

CAPSULA ESPACIAL

Revista digital de astronáutica y espacio

Nº 56 - 2020

Misión Mars Pathfinder

Programa Discovery

Rover Sojourner

Operaciones en la superficie

Estimados lectores

En este número de *Cápsula Espacial* veremos la historia de la nave Mars Pathfinder (derivada de un proyecto de la denominada Iniciativa de Exploración Espacial) y que fue, después de los landers Viking 1 y 2, la primera en amartizar y llevar un rover a bordo, que junto a novedosas e ingeniosas tecnologías, dieron comienzo a una nueva conquista del planeta rojo por medio de robots prácticamente autónomos, con miras a una futura exploración humana de Marte.

Usted puede colaborar con la revista para la creación de contenidos a través de los botones de donación que posee el Blog.

Muchas gracias

Biagi, Juan

Contactos



https://capsula-espacial.blogspot.com



https://www.instagram.com/capsula_espacial/



r.capsula.espacial@gmail.com



Portada: Rover Sojourner en el suelo del desolado Ares Vallis de Marte (NASA).



Contenido

Iniciativa de Exploración Espacial (SEI)

Para entender como se llega a enviar el primer rover que transitaría por la superficie marciana hay que pasar por diferentes revisiones de políticas y programas espaciales, entre ellas la Iniciativa de Exploración Espacial (SEI).

En enero de 1988, el presidente Ronald Reagan aprueba una política espacial nacional que fue clasificada; el 11-02-1988 se publica un resumen sobre la política espacial, que identificaba 6 objetivos de las actividades espaciales de Estados Unidos, el último de los cuales era el de expandir la presencia y actividad humana más allá de la órbita de la Tierra hacia el Sistema Solar.

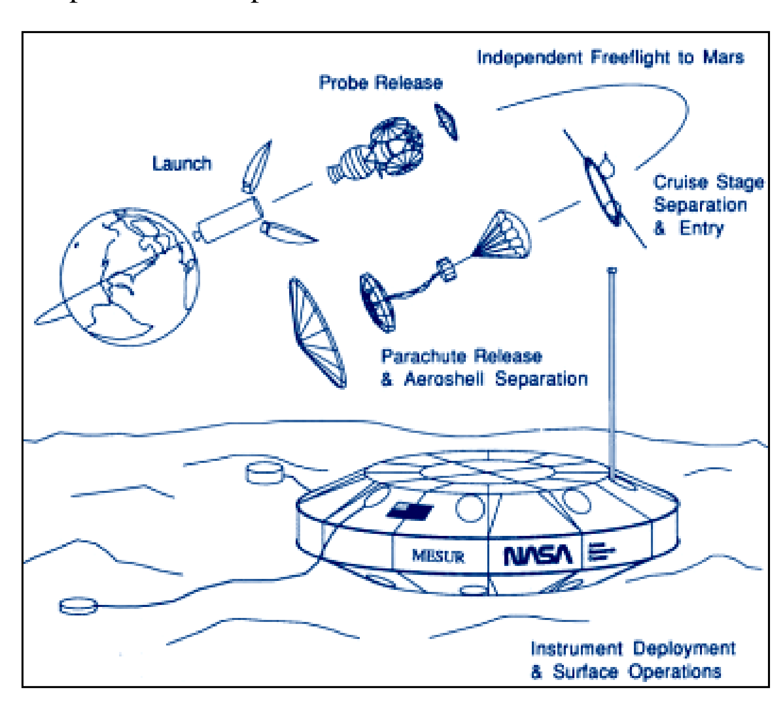
El 20-07-1989, el presidente George Bush, anuncia planes para lo que se conocería como la Iniciativa de Exploración Espacial (SEI) en su discurso, describe un programa para construir la Estación Espacial Freedom, el envío de astronautas a la Luna y a la exploración del planeta Marte, proponiendo un compromiso continuo a largo plazo basado en los tres elementos anteriores, luego de ese anuncio, la NASA , inicia un estudio de las opciones para lograr los objetivos; el 20-11-1989 se publica un informe sobre ese estudio, denominado "Estudio de 90 días sobre la exploración humana de la Luna y Marte", la reacción del Gobierno y el Congreso al plan de la NASA fue negativo, principalmente debido a la estimación de costos, considerándose demasiado costoso, incluso incluyendo ayuda internacional.

Mars Environmental SURvey (MESUR)

Dentro de la SEI, el programa de la NASA para la exploración del planeta Marte en preparación para misiones humanas posteriores, se denominaba Mars Environmental SURvey (MESUR) era un conjunto de 16 misiones a la superficie de Marte que establecerían una red planetaria y trabajarían en conjunto con la sonda Mars Observer, el plan original fue propuesto por el Centro Ames de la NASA e incluiría ideas del Jet Propulsion Laboratory (JPL) concebido como un método de bajo costo para la exploración de Marte, con tolerancia al riesgo, ya que la pérdida de una nave no era fatal para el programa, debido a múltiples sondas espaciales relativamente baratas.

Las misiones regulares de MESUR comenzarían con lanzamientos en 1996 y amartizando en el período proyectado de 1999-2003, varios de los módulos de aterrizaje llevarían rovers y se planeó que fueran misiones de bajo costo a Marte, los rovers y landers tendrían instrumentos y cámaras para examinar las rocas de la superficie, realizar sismografías, búsqueda de agua, como también estudios meteorológicos.

Luego de la pérdida de la sonda Mars Observer en 1992, el programa MESUR se archivó.

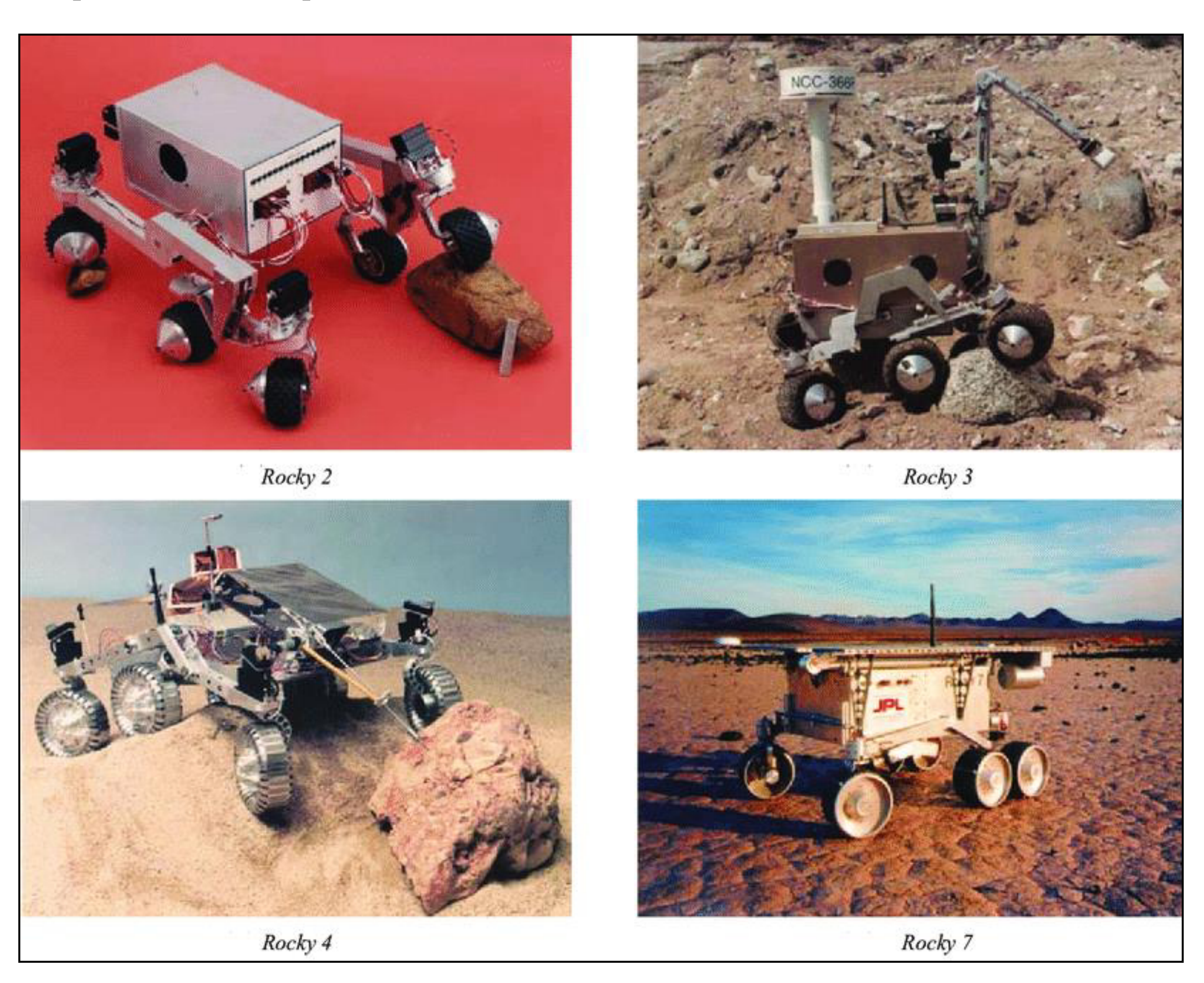


Programa Discovery

Fundado en 1990 para implementar la política del entonces administrador de la NASA Daniel Goldin de "misiones de ciencia planetaria más rápidas, mejores y baratas", el Programa Discovery es una serie de misiones de exploración del Sistema Solar financiadas por la NASA a través de la Oficina del Programa de Misiones Planetarias, cada misión tiene un límite de costos, en un nivel más bajo que una misión de los Programas New Frontiers o Flagship, las misiones del Programa Discovery tienden a centrarse más en un objetivo científico específico (en lugar de servir a un propósito general) las misiones seleccionadas están dirigidas por un científico llamado Investigador Principal (PI) y pueden incluir contribuciones de la industria, universidades o laboratorios gubernamentales, también incluye Misiones de Oportunidades, que financian la participación de Estados Unidos en naves espaciales operadas por otras agencias espaciales (contribuyendo con un instrumento científico).

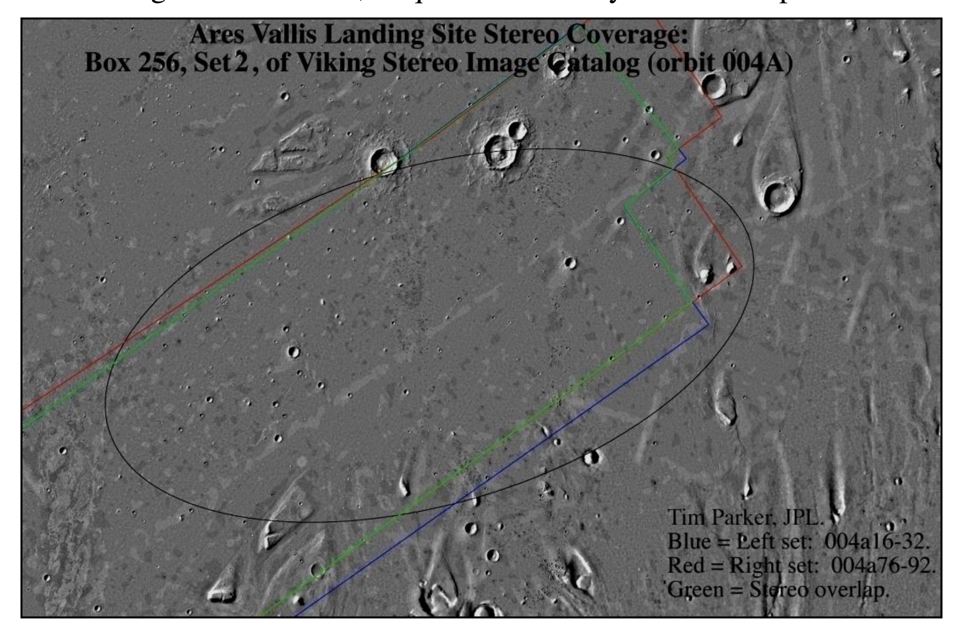
Las primeras misiones de Discovery fueron la nave NEAR destinada al estudio del asteroide Eros y la destinada a Marte Mars Pathfinder, que fue rescatada del programa MESUR, estas misiones iniciales no siguieron el mismo proceso de selección que comenzó una vez que el programa estaba en marcha.

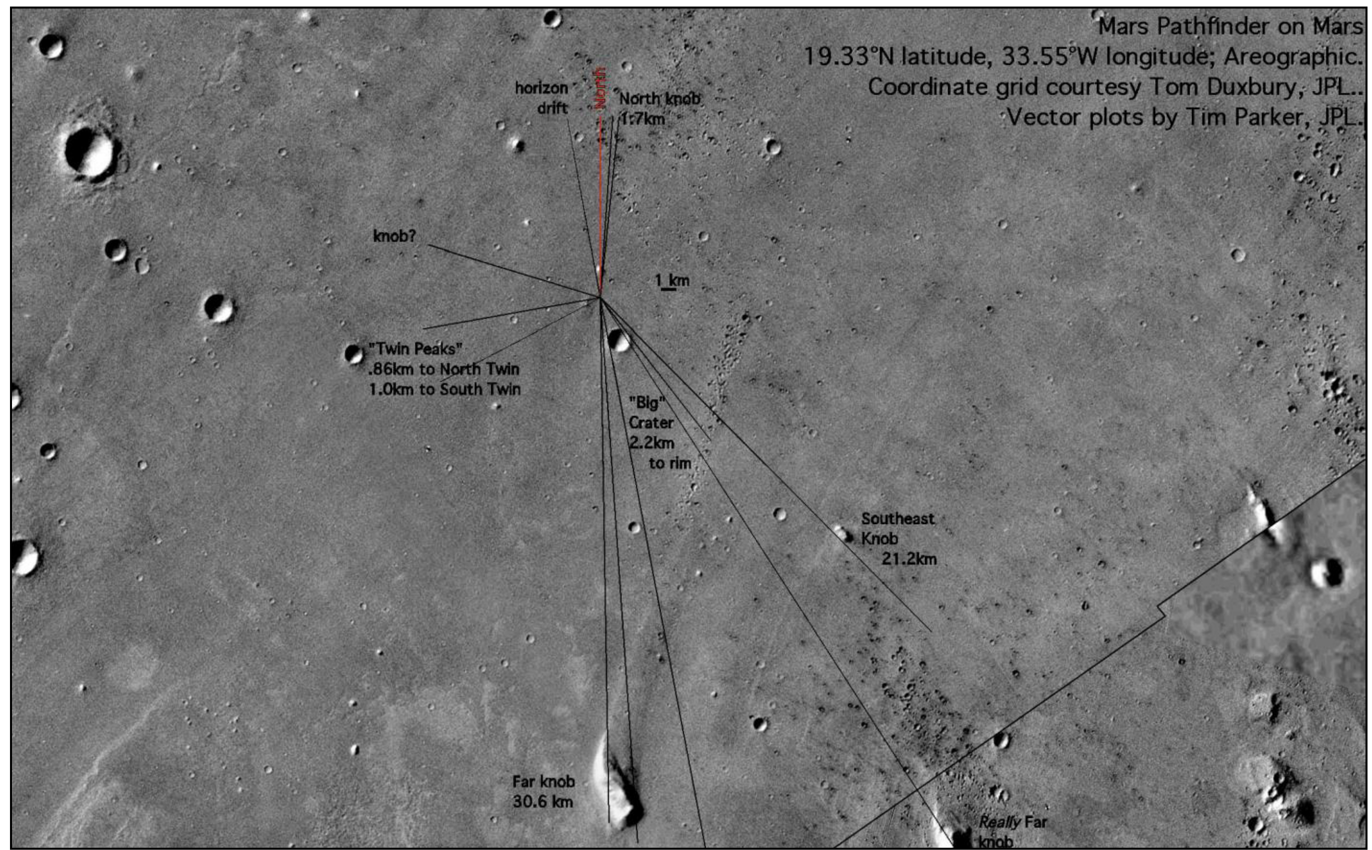
El 26-06-1992, la NASA presenta el prototipo del rover Rocky IV, vehículo elegido que viajaría a Marte, del tamaño de un horno microondas de 10,5 Kg y 6 ruedas alimentado por energía solar, derivado de una familia de robots ideados para recorrer la superficie marciana

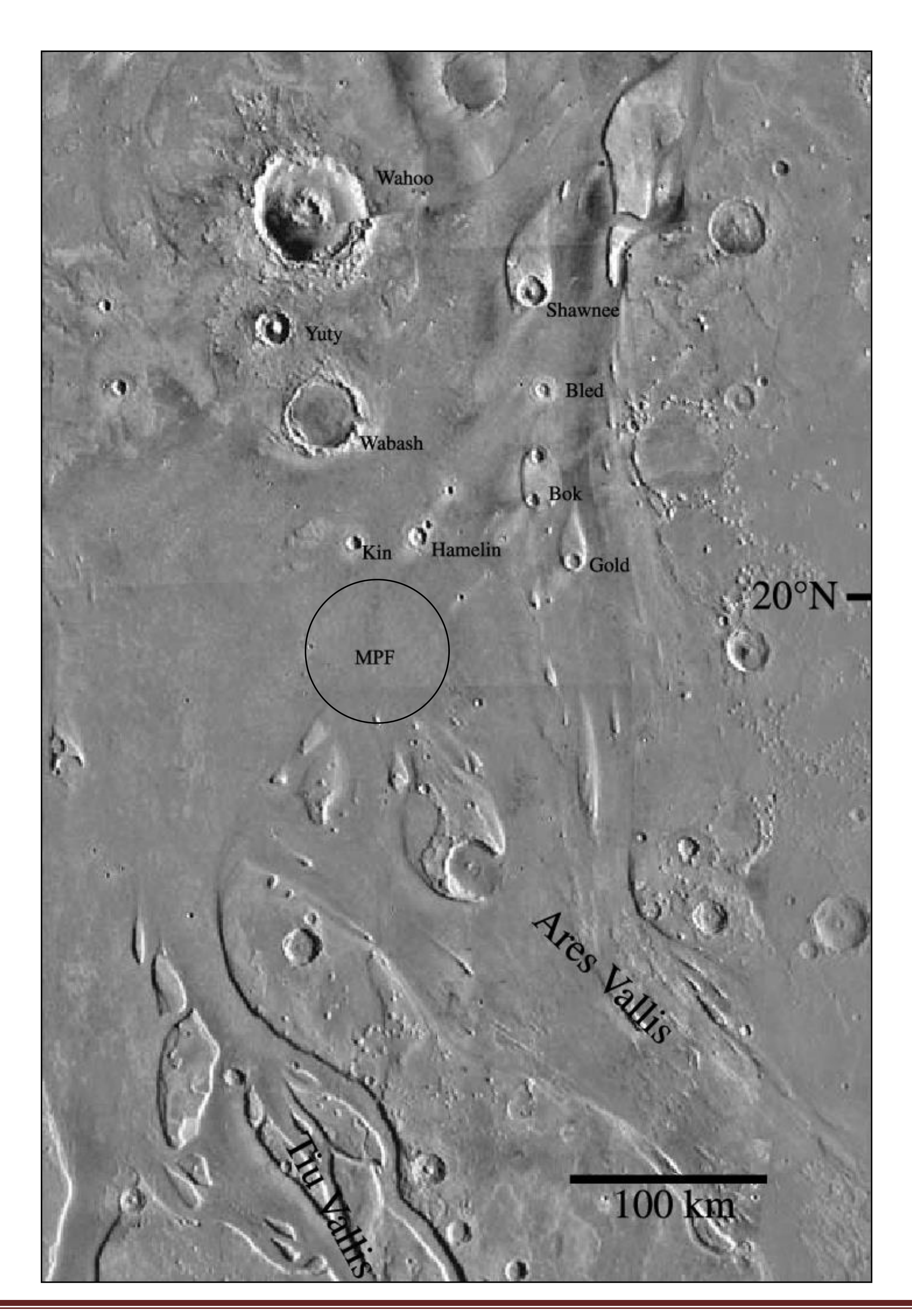


Objetivo Ares Vallis

En esta oportunidad, el lugar de amartizaje sería una antigua llanura de inundación en el Hemisferio N de Marte llamada Ares Vallis (no muy lejos de Chryse Planitia, lugar del amartizaje del Viking 1) los científicos eligieron esta zona porque encontraron que era una superficie relativamente segura y que contenía una amplia variedad de rocas depositadas durante una gran inundación, lo que la hacía muy interesante para estudiarla.





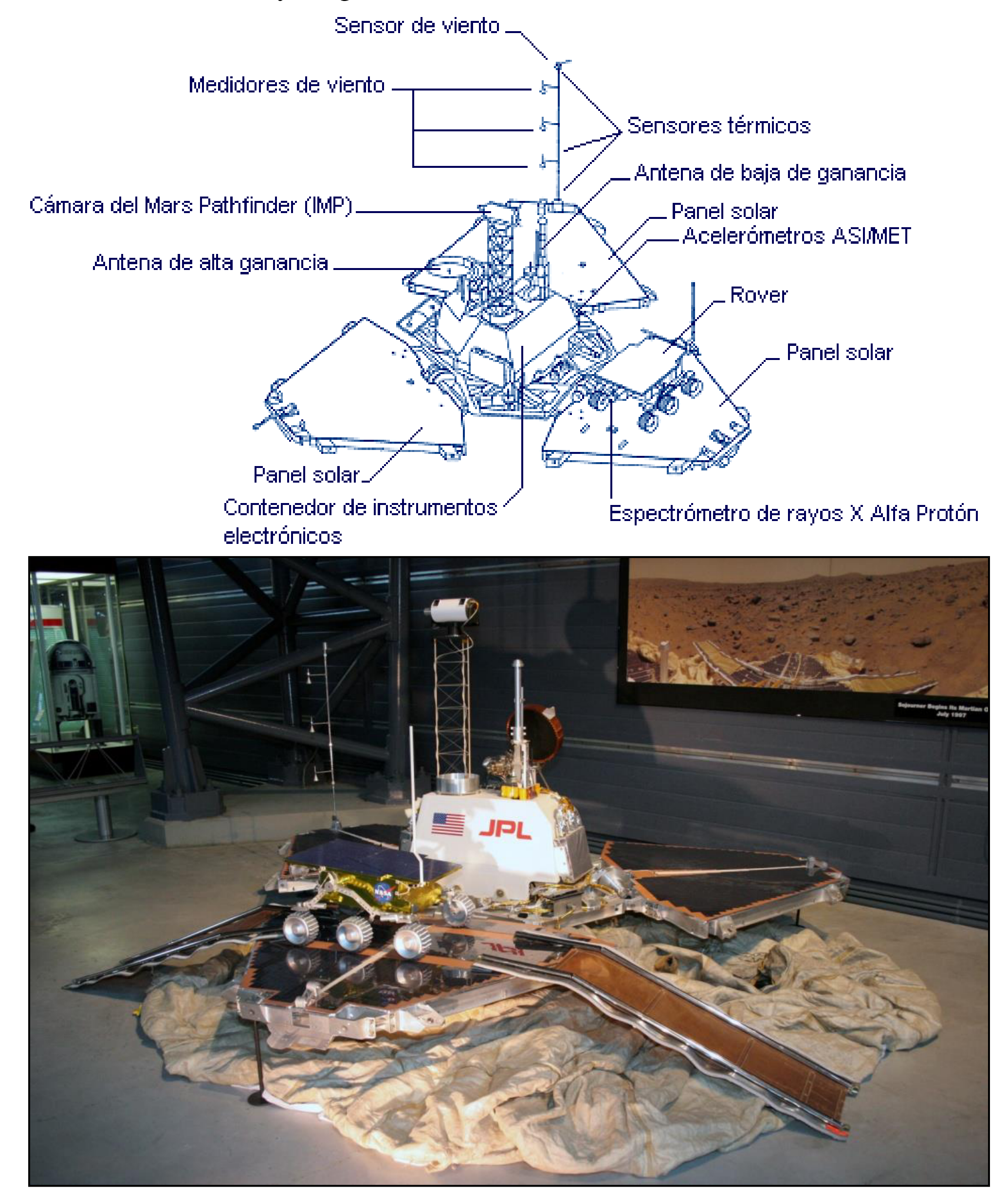

Wahoo
Shawnee
Yuty
Bled
Wabash
Bok
Kin
Hamelin
Gold
20°N
MPF
Ares Vallis
Tiu Vallis
100 km

Misión Mars Pathfinder

Sería primera de una serie de misiones a Marte que incluirían rovers, y fue el primer lander exitoso desde que las naves Viking amartizaron en 1976, junto a objetivos científicos, la misión también era una prueba de conceptos para diversas tecnologías, como la toma de contacto mediante bolsas de aire (airbags) y la evitación automática de obstáculos por medio de rayos laser.

Módulo de amartizaje Carl Sagan Memorial Station (CSMS)

El módulo de amartizaje -CSMS- (renombrado ya en la superficie Carl Sagan Memorial Station en homenaje al astrónomo fallecido meses antes) era de forma triangular-piramidal, con tres pétalos, uno de los cuales tenía la rampa con el rover, también llevaba varios sensores e instrumentos científicos, como antenas de comunicaciones de alta y baja ganancia, anemómetros y magnetómetros.



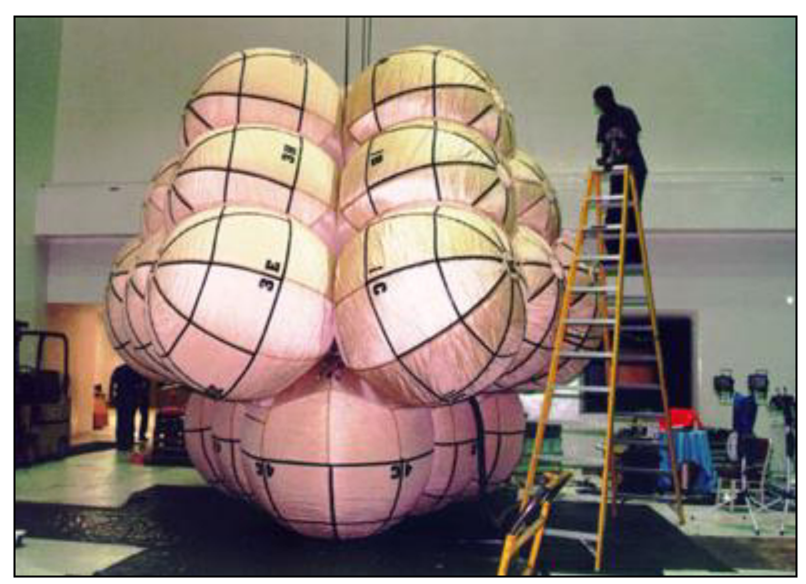
Airbag



Los airbag eran de una fibra de alta resistencia llamada Vectran, construidos con una capa hermética rodeada por 4 capas de tela Vectran más ligera, se descubrió que las múltiples capas de un tejido más ligero funcionaban mejor que una sola capa de un tejido Vectran más pesado, el Laboratorio Nacional Sandia ayudó a JPL con el diseño y análisis del concepto del uso del airbag, la empresa ILC Dover, Inc., los construyó y los probó, estos estaban configurados como 6 esferas de un radio de 90 cm espaciadas en centros de 1 m, las correas o tendones internos y externos sujetaban el airbag al lander en seis ubicaciones, para su inflado en menos de 1 seg, se utilizaban 3 generadores de gas construidos por Thiokol Corp. y se realizaban mediante el uso de propulsores de cohetes sólidos en el generador de gas (los subproductos de escape del combustible del cohete inflaban el airbag).

Las pruebas se llevaron a cabo en la cámara de vacío del Space Power Facility (SPF) en el NASA/Lewis Plum Brook, dejando caer de alturas de 10 y 22 m el lander dentro de los airbags para simular las presiones atmosféricas marcianas (1/100 de la Tierra) luego de pruebas en una plataforma lisa, los ingenieros colocaron la plataforma a un ángulo de 60° con rocas en su superficie, se dejó caer al lander desde una altura de 20 m hasta 250 Km/h y fueron necesarias redes de captura gigantes que absorbieran energía; se construyeron 4 sistemas completos de airbag para las pruebas y se realizaron 16 pruebas de caída en diferentes condiciones y diferentes tipos de elementos abrasivos, al finalizar cada prueba, los ingenieros y técnicos inspeccionaban meticulosamente cada puntada y costura en las bolsas de aire y documentaban cualquier daño.

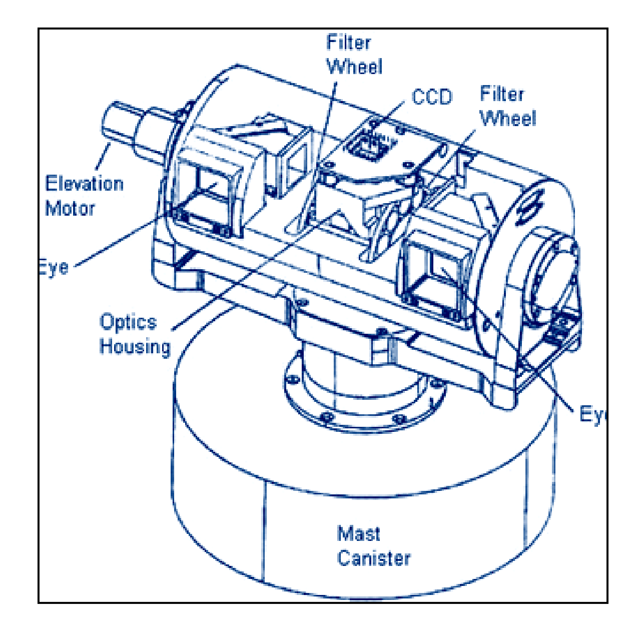
En preparación para una prueba de inflado a alta velocidad, los ingenieros de ILC Dover instalaron los airbag en paquetes muy ajustados alrededor del lander, ya que era necesario un embalaje extremadamente preciso de los airbag para equilibrar adecuadamente toda la nave espacial y asegurarse su despliegue de forma correcta.



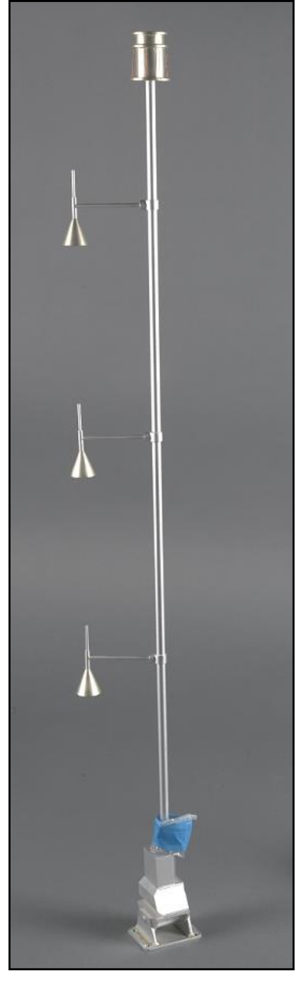


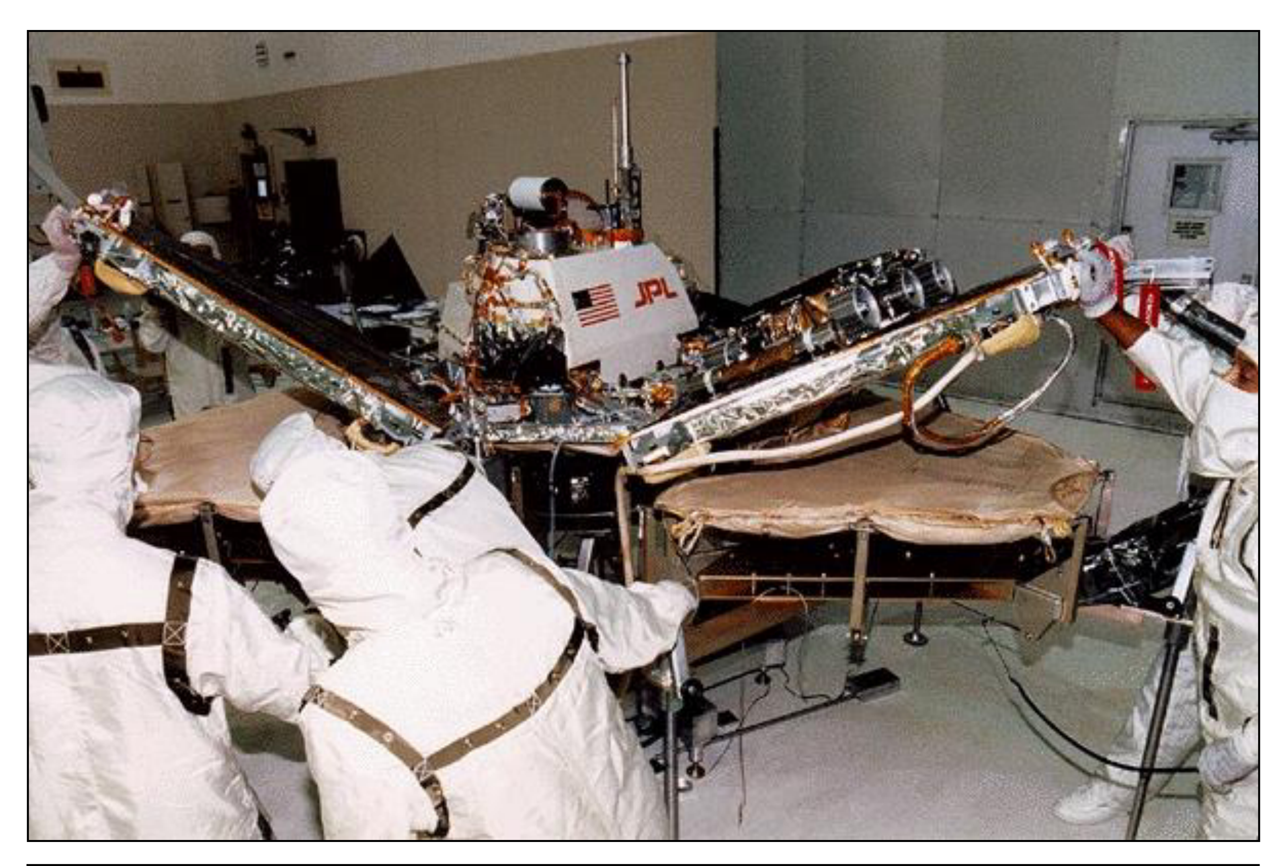
La cámara estereoscópica ubicada en el extremo de un poste expansible denominado Imager Mars Pathfinder (IMP) tenía una rueda de filtros especiales.





El instrumento ASI/MET era una estación meteorológica que recolectaba datos sobre presión, temperatura y vientos, incluía mangas de viento, la más alta a aproximadamente 1 m. durante la reentrada atmosférica y el descenso, el muestreo de datos de aceleración, presión y temperatura se optimizaba a la velocidad vertical de descenso a través de la atmósfera. Después del aterrizaje, se proporcionaba una flexibilidad considerable en el promedio de datos y el muestreo para medir la variación de temperatura, presión superficial y viento en escalas de tiempo cortas, diurnas y estacionales durante la vida de la misión, tres mangas de viento estaban ubicadas a varias alturas en el mástil de meteorología para determinar la velocidad y dirección de los vientos en el sitio de amartizaje, esta información se podía utilizar para estimar la rugosidad aerodinámica de la superficie en las proximidades de la CSMS y determinar la variación en la velocidad del viento con la altura.




JPL




JPL

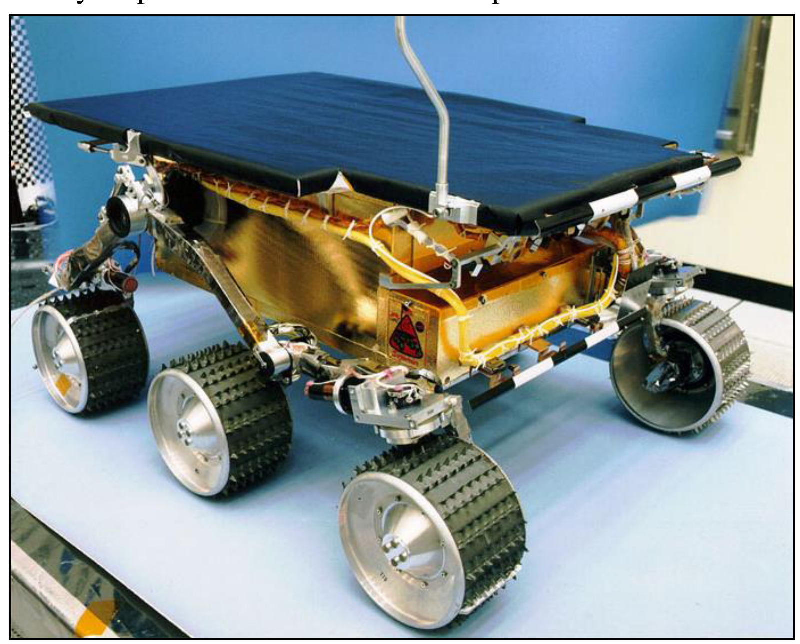


Rover Sojourner

El rover (denominado Sojourner en homenaje a la activista por los derechos de la mujer Sojourner Truth) era un vehículo de 6 ruedas de 65 cm de largo, 48 cm de ancho, 30 cm de alto y un peso de 10,5 Kg, con un diseño basculante que permitía atravesar obstáculos de un diámetro de rueda (13 cm) de tamaño, cada rueda era accionada y engranada de forma independiente proporcionando una capacidad de escalada superior en arena blanda, eran orientables independientemente, lo que proporcionaba la capacidad para que el vehículo gire en su lugar, podía llegar a una velocidad máxima de 0,4 m/min, el control de movimiento del vehículo se realizaba mediante el encendido/apagado del motor de accionamiento o dirección, un promedio de las lecturas del codificador del motor o del potenciómetro (dirección) determinaba cuándo apagar los motores, cuando los motores estaban apagados, la computadora llevaba a cabo una función de detección de proximidad y peligro, utilizando su sistema de rayas y cámaras láser para determinar la presencia de obstáculos en su camino, el vehículo se dirigía de manera autónoma para evitar obstáculos, pero continúa logrando la ubicación del objetivo, mientras estaba detenido, la computadora también actualizaba su medición de la distancia recorrida, rumbo y el giroscopio a bordo para tener una estimación del progreso hacia la ubicación del objetivo.

Estaba alimentado por un panel solar de 0.22 m^2 compuesto por 13 cadenas de 18 celdas, el panel solar estaba respaldado por 9 baterías primarias LiSOCL2 D-cell, que proporcionaba hasta 150 W/h, este sistema combinado panel/baterías permitía consumir hasta 30 W de potencia máxima, mientras que la producción máxima de paneles era de 16 W (el requisito de potencia normal para el rover era de 10 W) los componentes no diseñados para sobrevivir a las temperaturas ambientales de Marte (-110 °C durante una noche) estaban contenidos en la caja de electrónica cálida, aislada, recubierta con pinturas de alta y baja emisividad, se calentaba con una combinación de calefacción resistiva bajo control por computadora durante el día y calor residual producido por la electrónica (permitiendo que se mantengan los componentes entre -40 °C y 40 °C durante un Sol marciano).

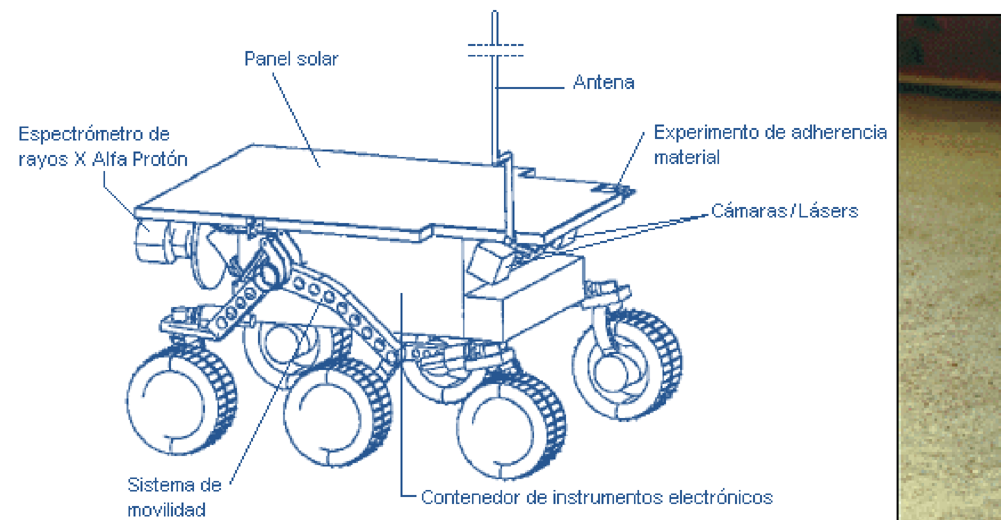
El control era proporcionado por un conjunto integrado de distribución de energía de computación y electrónica, la computadora era una 80C85 que utilizaba, en una forma de intercambio de páginas de 16 Kb, 176 Kb de PROM y 576 Kb de RAM, la computadora realizaba E/S a unos 70 canales de sensores y prestaba servicios a dispositivos como cámaras, módems, motores y dispositivos electrónicos de experimentación.

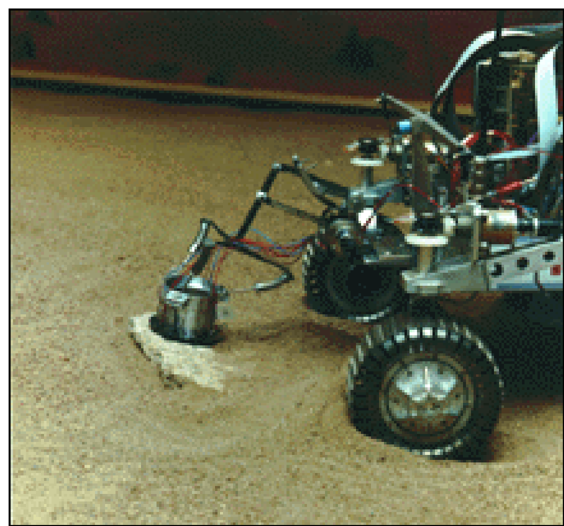


Los comandos y la telemetría eran proporcionados por módems en el rover y la CSMS, el rover comandante de enlace del sistema UHF 1/2 Dúplex, durante el día, el rover solicitaba regularmente la transmisión de cualquier comando enviado desde la Tierra y lo almacenaba en la CSMS, cuando los comandos no estaban disponibles, el rover transmitía cualquier telemetría recopilada durante el último intervalo entre sesiones de comunicación, la telemetría recibida por la CSMS desde el rover se almacenaba y se enviaba a la tierra como cualquier telemetría de la CSMS, además, este sistema de comunicación se utilizaba para proporcionar una señal de "latido" durante la conducción del vehículo; mientras estaba parado, el rover enviaba una señal a la CSMS y una vez reconocida, el rover avanzaba al siguiente punto de parada a lo largo de su recorrido.

Al final de cada Sol, el sistema de cámaras en la CSMS tomaba una imagen estéreo del vehículo en el terreno, esas imágenes, partes de un panorama del terreno y las imágenes de soporte de las cámaras de rover se mostraban en la estación de control en la Tierra, donde el operador podía designar los puntos de visualización en el terreno que servirían como ubicaciones de objetivo para el recorrido de rover, las coordenadas de estos puntos se transferían a un archivo que contenía los comandos para su ejecución en el siguiente Sol, además, el operador podía usar un modelo que, cuando se superponía a la imagen del vehículo, medía la ubicación y el rumbo del vehículo, esta información también se transfería al archivo de comando para enviarla al rover en el siguiente Sol para corregir cualquier error de navegación y se incorporaba a la secuencia de comandos de la CSMS.

A bordo del rover se encontraba un espectrómetro de rayos X de protones Alfa (APXS) utilizado para analizar los componentes de las rocas y el suelo, este instrumento de composición elemental consta de fuentes de partículas α y detectores de partículas α dispersadas, protones y rayos X, el espectrómetro APX determinaba la química de materiales de la superficie para la mayoría de los elementos principales, excepto el Hidrógeno, el proceso analítico se basaba en tres interacciones de partículas α con materia: dispersión elástica de partículas α por núcleos, reacciones nucleares de protones α con ciertos elementos de luz y excitación de la estructura atómica de los átomos por partículas α, lo que conducía a la emisión de Rayos X, el enfoque utilizado era exponer el material a una fuente radiactiva que producía partículas α con una energía conocida, y adquirir espectros de energía de las partículas α, protones y rayos X devueltos por la muestra, pudiendo identificar y determinar las cantidades de la mayoría de los elementos químicos.

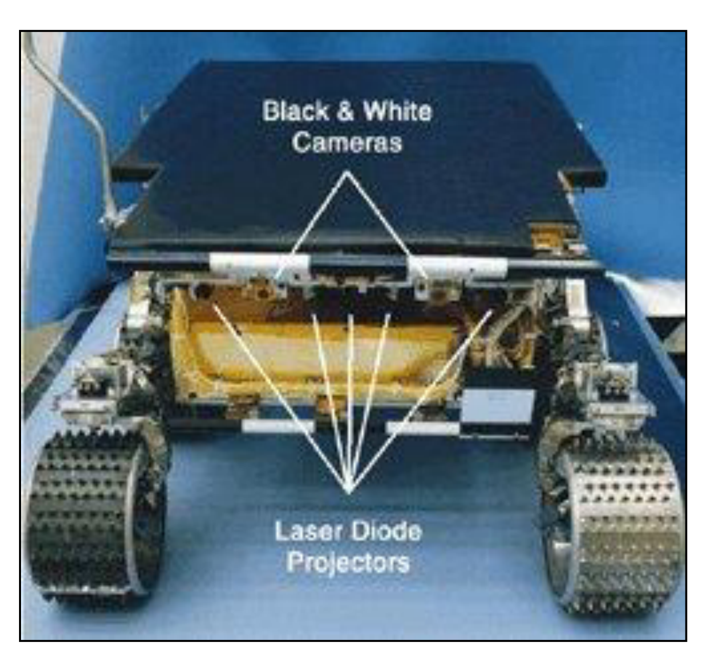


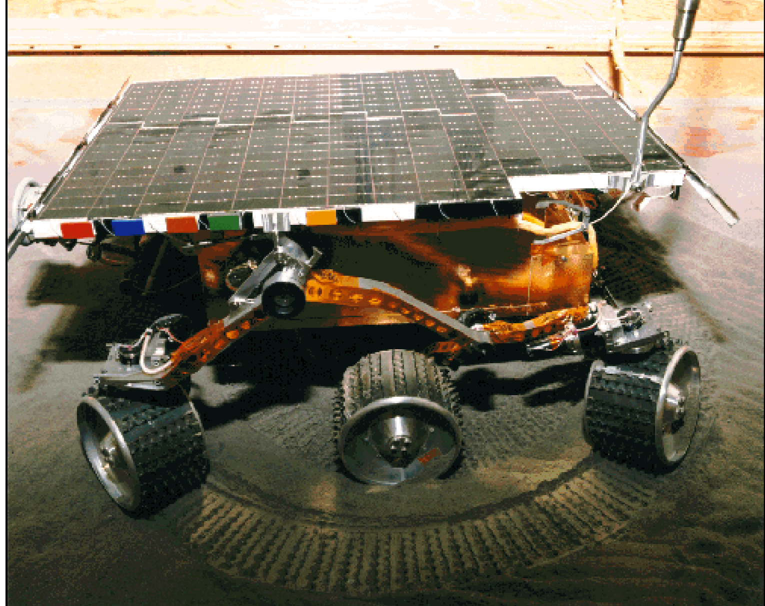


También llevaba dos cámaras, una en B/N y una a color, estos instrumentos podían investigar la geología de la superficie desde unos pocos mm hasta cientos de m, geoquímica, historia evolutiva de las rocas, propiedades magnéticas y mecánicas de la superficie, así como las propiedades magnéticas del polvo, la atmósfera y la dinámica rotacional y orbital del planeta.

Tenía 2 cámaras en B/N de 0.3 mpx en la parte delantera, 5 proyectores de bandas láser que permitieron que se tomaran imágenes estereoscópicas junto con mediciones para la detección de peligros en el camino del vehículo explorador, una tercera cámara con la misma resolución pero que tomaba imágenes en color estaba ubicada en la parte posterior y giraba 90°, proporcionaba imágenes del área objetivo del APXS y las huellas del rover en el suelo, como todas las cámaras tenían lentes hechas de seleniuro de Zinc, que bloqueaba la luz por debajo de una longitud de onda de 500 nm.

Las tres cámaras eran CCD fabricadas por Eastman Kodak Company y estaban controladas por la CPU del rover, todas tenían exposición automática y capacidades para manejar píxeles defectuosos, los parámetros de imagen (tiempo de exposición, compresión utilizada, etc.) se incluyeron en las imágenes transmitidas como parte del encabezado de la imagen, la resolución óptica de las cámaras fue suficiente para resolver detalles de 0.6 cm en un rango de 0.65 m.





Lanzamiento

Los preparativos previos se llevaron a cabo en el Complejo LC-17B de Cabo Cañaveral y el lanzamiento fue el 4-12-1996 a bordo de un cohete Delta-II.

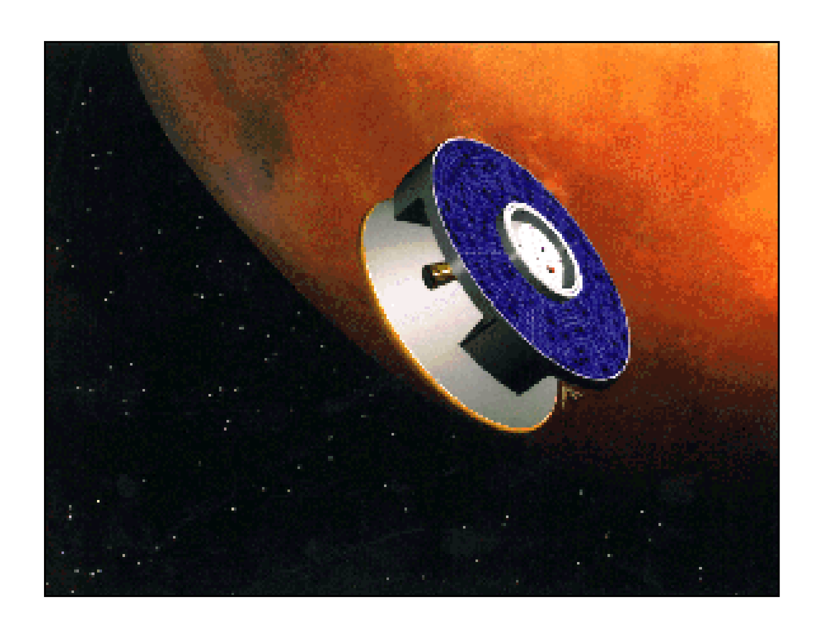


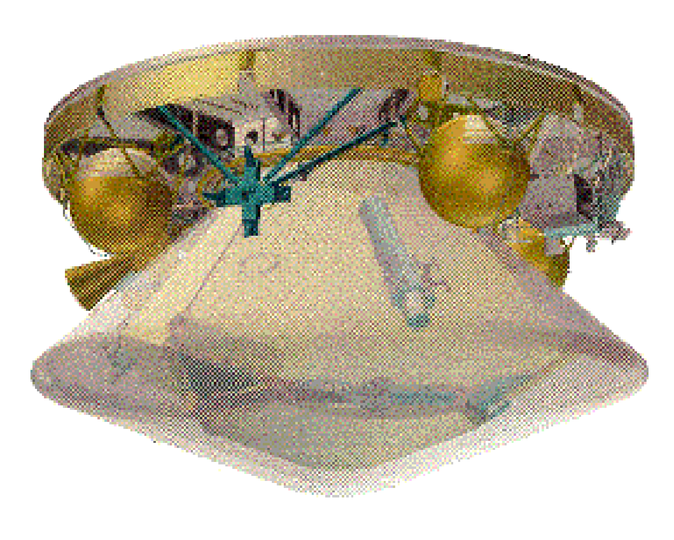


Etapa de crucero

El vehículo Delta II funcionó sin problemas, colocando la nave espacial en su trayectoria hacia Marte dentro de límites aceptable, el Deep Space Network de la NASA adquirió la señal de telemetría de la nave espacial a tiempo, aproximadamente 5 min después de la separación de la 3° etapa del cohete; cuando Mars Pathfinder salió de la sombra de la Tierra 1:38 hrs después del lanzamiento, los paneles solares tomaron el poder de la nave espacial como estaba previsto; durante los días siguientes, los ingenieros continuaron analizando datos del sensor solar de la nave espacial, un instrumento que ayuda a la nave espacial a determinar su orientación con respecto al Sol, los datos de navegación y del sensor solar coincidieron y mostraron que la nave estaba correctamente orientada, girando a las 12 rpm esperadas y apuntando a 26° del Sol.

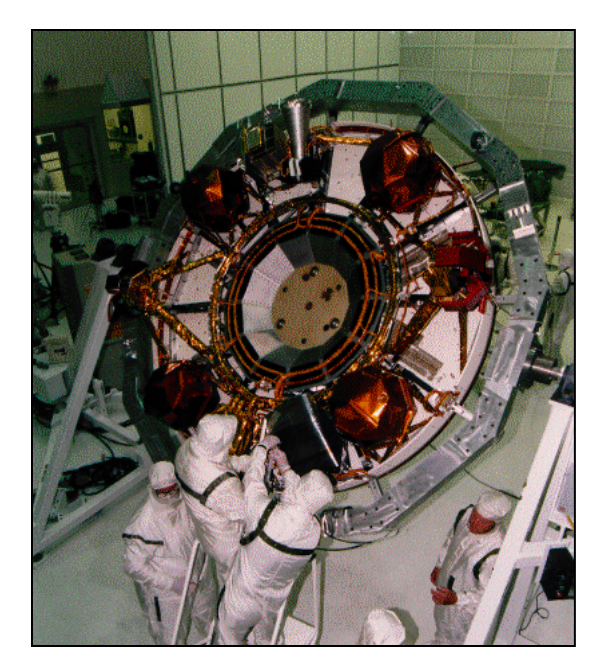
El 09-01-1997, el equipo realizó con éxito su primera y más grande maniobra de corrección de trayectoria (TCM-1) esta maniobra, utilizó 2 de los 8 propulsores de 0,45 Kg de la nave (funcionaron continuamente durante una 1:30 hrs para cambiar la velocidad en 110 Km/h) el propósito de esta maniobra era corregir errores de orientación, más tarde el equipo gira el eje de giro de la nave 35° hacia la Tierra para que la navegación por radio pudiera realizarse de manera más efectiva; el 03-02-1997, el equipo completa con éxito la segunda maniobra de corrección de trayectoria de la nave espacial (TCM-2) diseñada para corregir errores en la TCM-1 y acercar la nave a su trayectoria final, la nave espacial no se colocaría en una trayectoria de entrada atmosférica a Marte hasta después de TCM-3 programada para el 06-05-1997 debido a los requisitos de cuarentena planetaria, se desarrolla un enfoque de dos partes para realizar la maniobra, en la primera parte, la nave espacial disparó dos de sus propulsores orientados hacia adelante continuamente durante 5 min, el cambio en la velocidad de este componente axial fue de unos 5 Km/h) la segunda parte de la maniobra fue una corrección de velocidad menor de 0.32 Km/h realizada en modo lateral (en este modo, la nave espacial pulsó los 4 propulsores en un lado de la nave espacial durante 5 seg) causando un pequeño cambio en la velocidad en la dirección perpendicular al eje de giro de la nave, al finalizar la maniobra, el eje de giro de la nave espacial fue girado 15° hacia la Tierra para que la navegación por radio pudiera realizarse nuevamente de manera más efectiva, luego la nave permanece en un modo relativamente inactivo durante los próximos 2 a 3 meses.

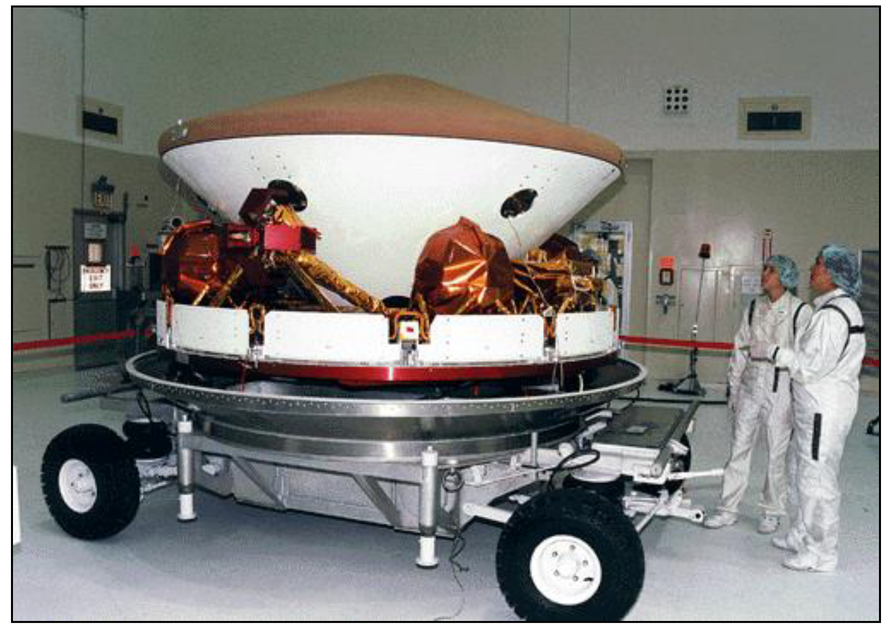


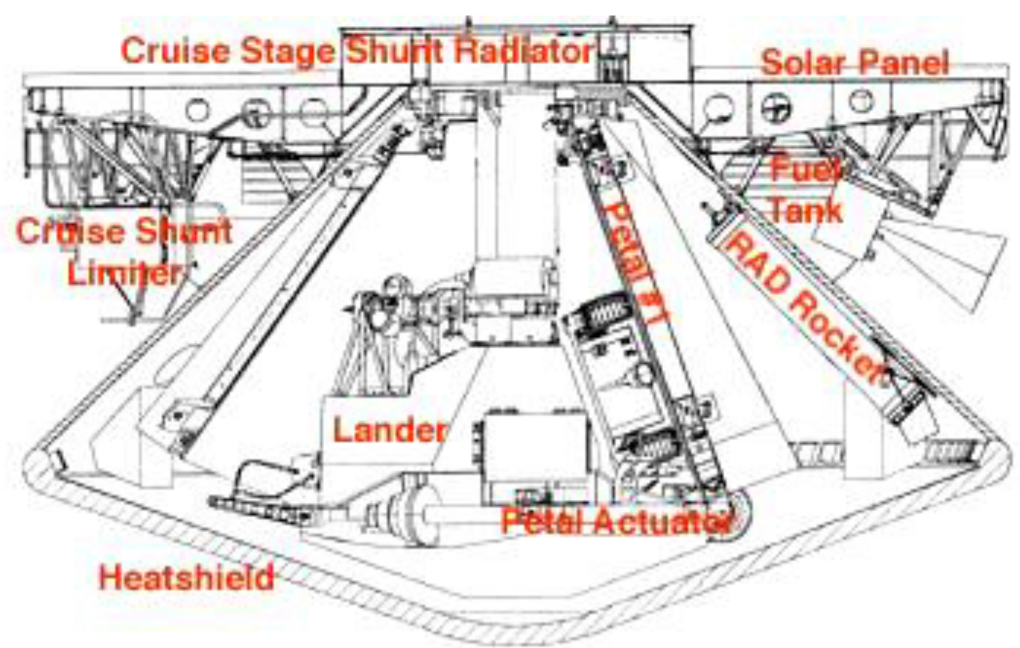


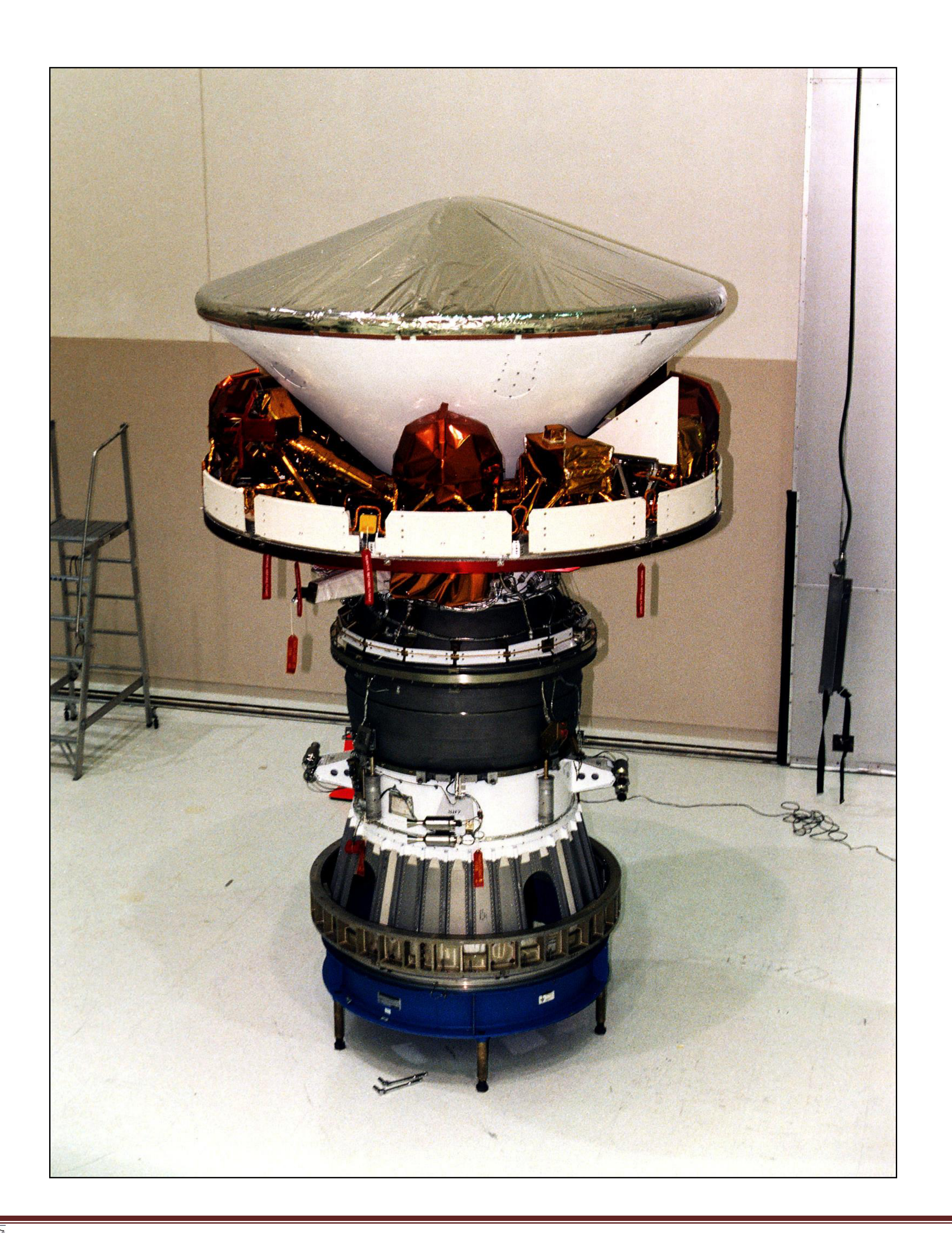
Entrada atmosférica

Luego de 7 meses de vuelo, la nave entra en la atmósfera marciana utilizando un sistema innovador que involucra una cápsula de reentrada, paracaídas supersónico, seguido de cohetes sólidos y grandes bolsas de aire (airbag) para amortiguar el impacto, ingresa directamente a la atmósfera marciana en una dirección retrógrada desde una trayectoria hiperbólica a 21600 Km/h utilizando un aeroshell (cápsula de reentrada atmosférica derivada del diseño original del lander Viking) consistía en una carcasa trasera y un escudo térmico ablativo especialmente diseñado para reducir la velocidad a 1330 Km/h, donde luego se inflaba un paracaídas supersónico de banda de disco para ralentizar su descenso a través de la delgada atmósfera marciana a 540 Km/h.



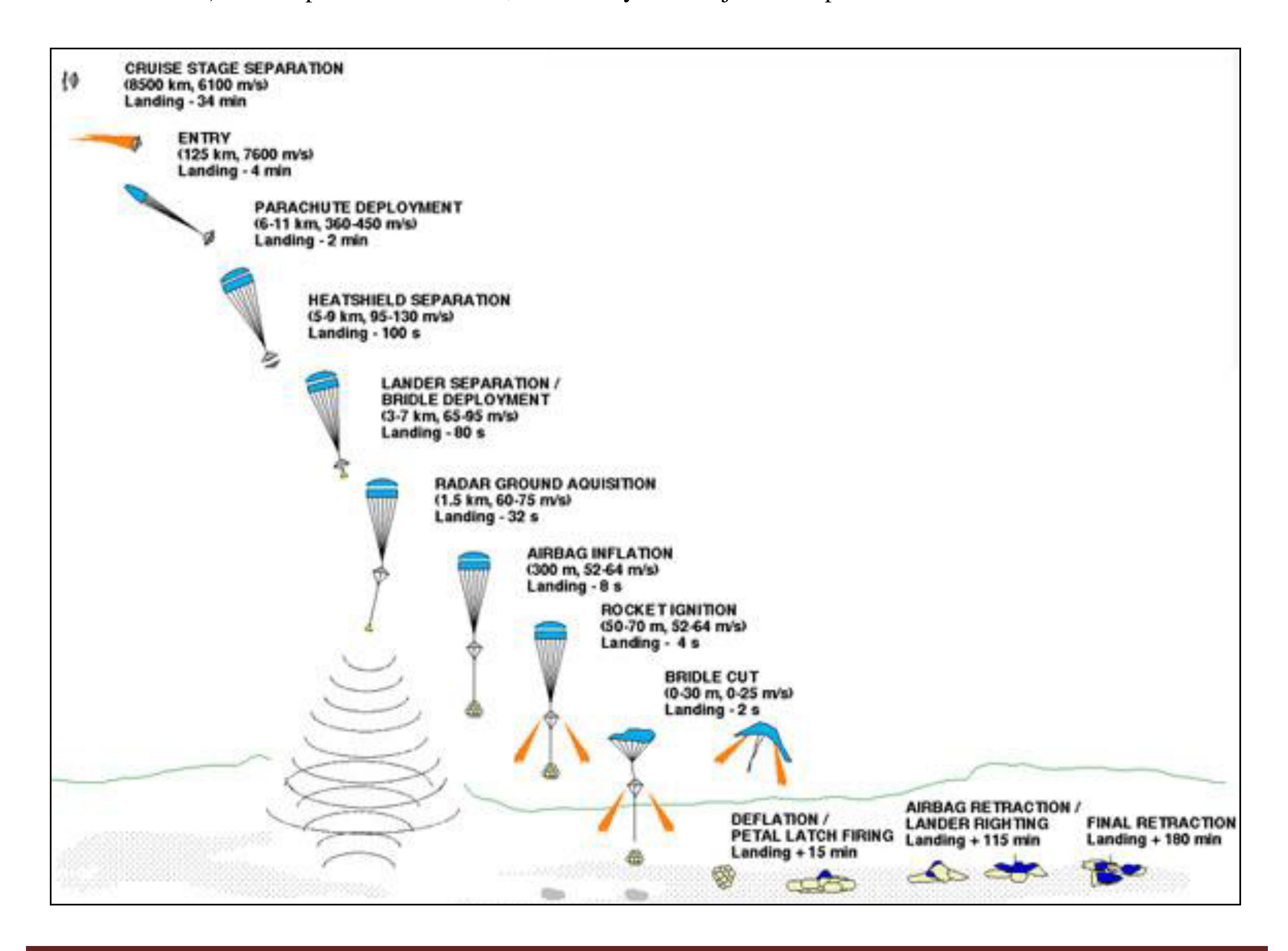






La computadora de a bordo de la nave utilizó acelerómetros de a bordo redundantes para determinar el momento del despliegue del paracaídas, 20 seg después, el escudo térmico se liberó pirotécnicamente, 20 seg mas tarde, la CSMS se separó y bajó de la cubierta posterior con una brida de 20 m, cuando la nave alcanzó 1,6 Km sobre la superficie, esta información fue utilizada por la computadora para determinar el momento preciso de los eventos de aterrizaje que siguieron, una vez que estuvo a 355 m sobre la superficie, los airbags se inflaron en menos de 1 seg utilizando tres motores de cohetes sólidos enfriados catalíticamente que sirvieron como generadores de gas, los airbag estaban hechos de 4 capas interconectadas que rodeaban la nave, diseñados y para recibir impactos de 100 Km/h en ángulo y 54 Km/h en vertical, tres retrocohetes sólidos sobre la carcasa trasera fueron disparados a 98 m sobre el suelo.

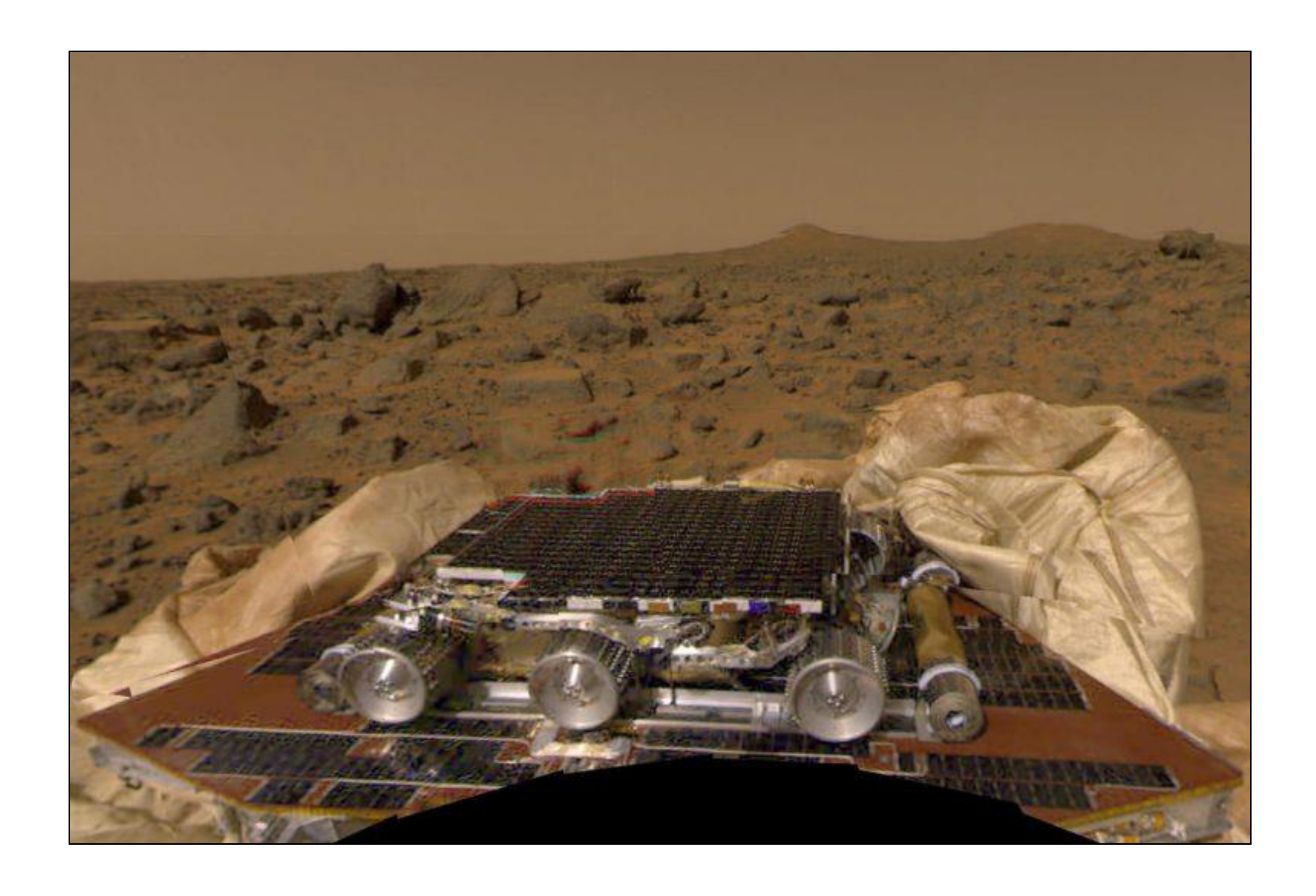
La computadora calculó el mejor momento para disparar los cohetes y cortar la brida para que la velocidad se redujera entre 15 y 25 m sobre la superficie, después de 2 seg la nave separó la brida (a unos 21,5 m de la superficie) impactando con el suelo, los cohetes se separaron junto a la carcasa trasera y el paracaídas; la nave impactó a 50 Km/h y limitó el impacto a solo 18 G de desaceleración, el primer rebote fue de 15.7 m de altura y continuó rebotando durante al menos 15 rebotes adicionales (el registro de datos del acelerómetro no continuó en todos los rebotes) todo el proceso de entrada, descenso y aterrizaje se completó en 4 minutos.





La nave llegó a la superficie marciana el 4-07-1997, una vez que la CSMS dejó de rodar se desinflaron los airbag y se retrajeron utilizando cuatro cabrestantes montados en los pétalos, estaba diseñado para enderezarse desde cualquier orientación inicial, 74 min después del aterrizaje, los pétalos se desplegaron con el rover Sojourner y los paneles solares unidos en el interior, tuvo que esperar hasta el amanecer para enviar sus primeras señales digitales a la Tierra.

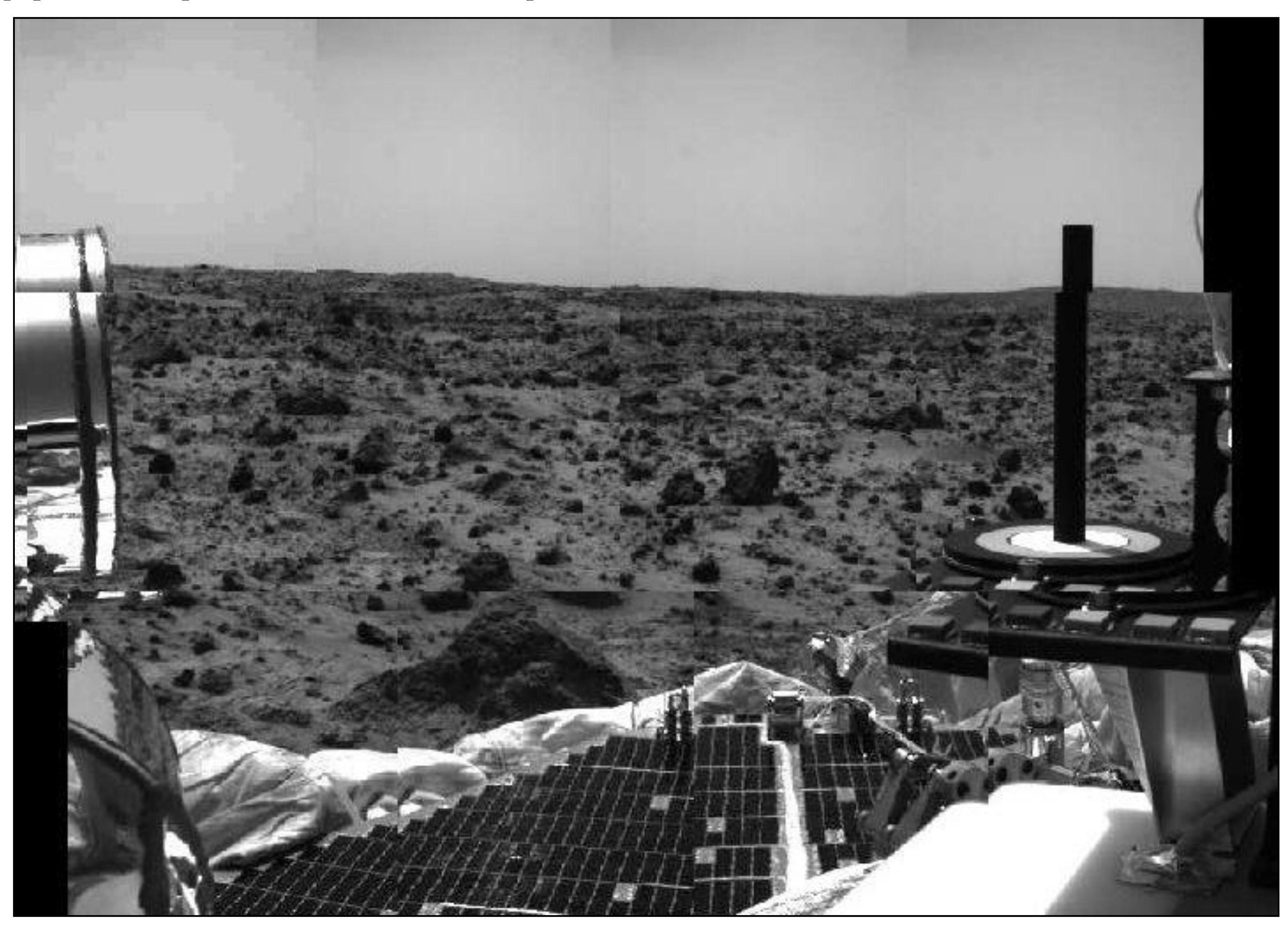
El sitio de aterrizaje estaba ubicado a 19.30° N y 33.52° O en Ares Vallis, 19 Km al S-O del centro de la elipse de 200 Km de ancho estimada para el amartizaje, durante el Sol 1 (primer día solar marciano) la CSMS tomó fotos e hizo algunas mediciones meteorológicas, por primera vez, luego de 20 años se tomaba una nueva fotografía desde la superficie de Marte, una vez que se recibieron los datos, los ingenieros se dieron cuenta de que una de las bolsas de aire no se había desinflado completamente y podría ser un problema para el recorrido del rover por la rampa de descenso, para resolver el problema, enviaron comandos para levantar uno de sus pétalos y realizar una retracción adicional para aplanar el airbag, el procedimiento fue un éxito y en el Sol 2, el rover fue liberado, se levantó y descendió por una de sus rampas.

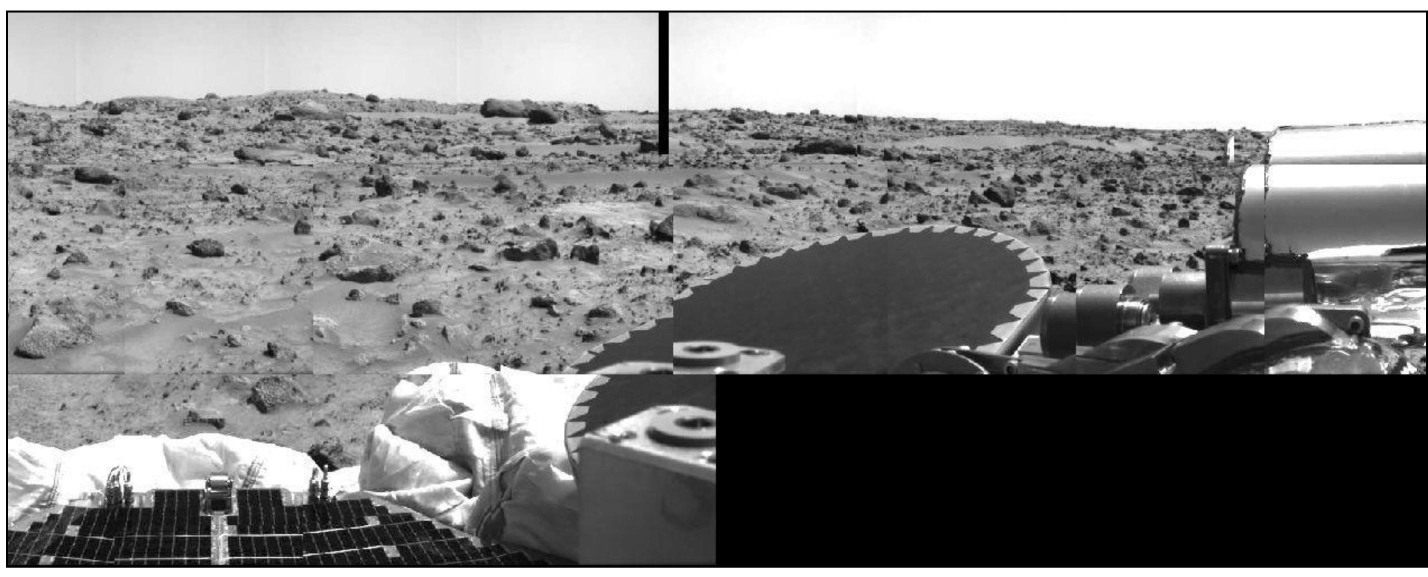


En las fotografías enviadas por Mars Pathfinder se apreciaban colinas sobre el horizonte, de unos 500 m de altitud y un terreno con pequeños desniveles, el lugar tenía más relieve del que se habían visto en los sitios de amartizaje de las naves Viking.

El terreno, tenía señales de haber sido inundado y se demostró que se trataba de canales por los que alguna vez surcaron enormes cantidades de agua, en vez de rocas o lava; una cuenca cubierta por depósitos sedimentarios que coincidía con el alcance que habrían tenido posibles inundaciones y que habrían formado un mar interior que separaría la mayoría de los gigantescos canales marcianos del sitio de amartizaje de Mars Pathfinder.

Los flujos de lava habrían llenado la cuenca antes de llegar a la zona del sitio de amartizaje, la existencia misma de la cuenca requiere inundaciones como el mecanismo de formación principal de los canales, una observación que replantea su entorno paleo-geográfico como parte de un aliviadero marino, que formó una barrera terrestre que separaría lo que alguna vez fue un mar interior, la zona carece de terrazas costeras, lo que demostraría una rápida regresión sobre pendientes sumergidas poco profundas, y que resultó en tasas de retroceso del frente de la costa demasiado rápidas para que se formaran terrazas, a diferencia de la Tierra, este mar probablemente fue alimentado por aguas subterráneas, si los antiguos acuíferos de origen alojaron vida, los materiales sedimentarios marinos en el sitio de amartizaje de Mars Pathfinder podrían contener un registro de esa vida, pero la nave no llevó ningún equipo adicional para hacer estudios sobre búsqueda de vida microbiana en el suelo marciano.

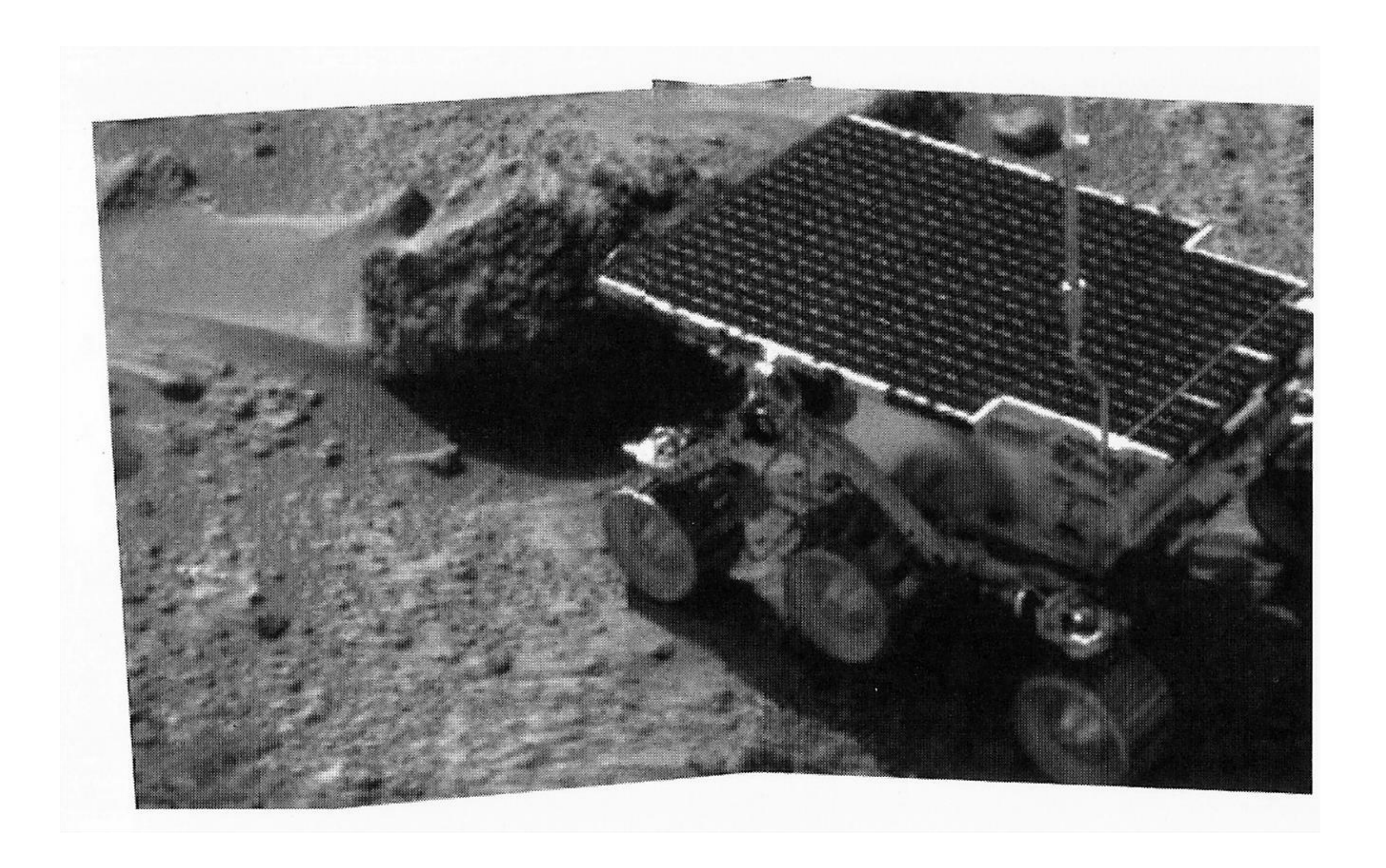


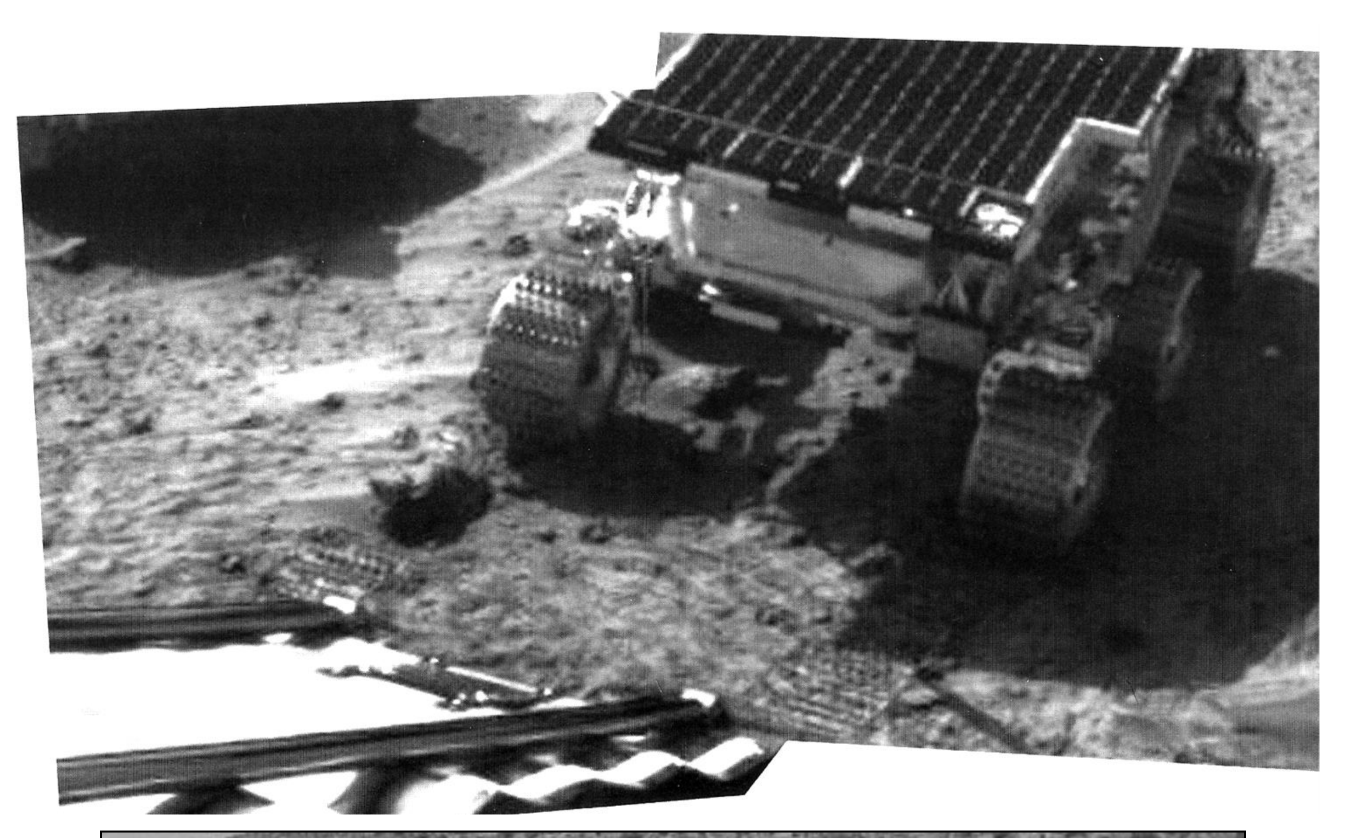


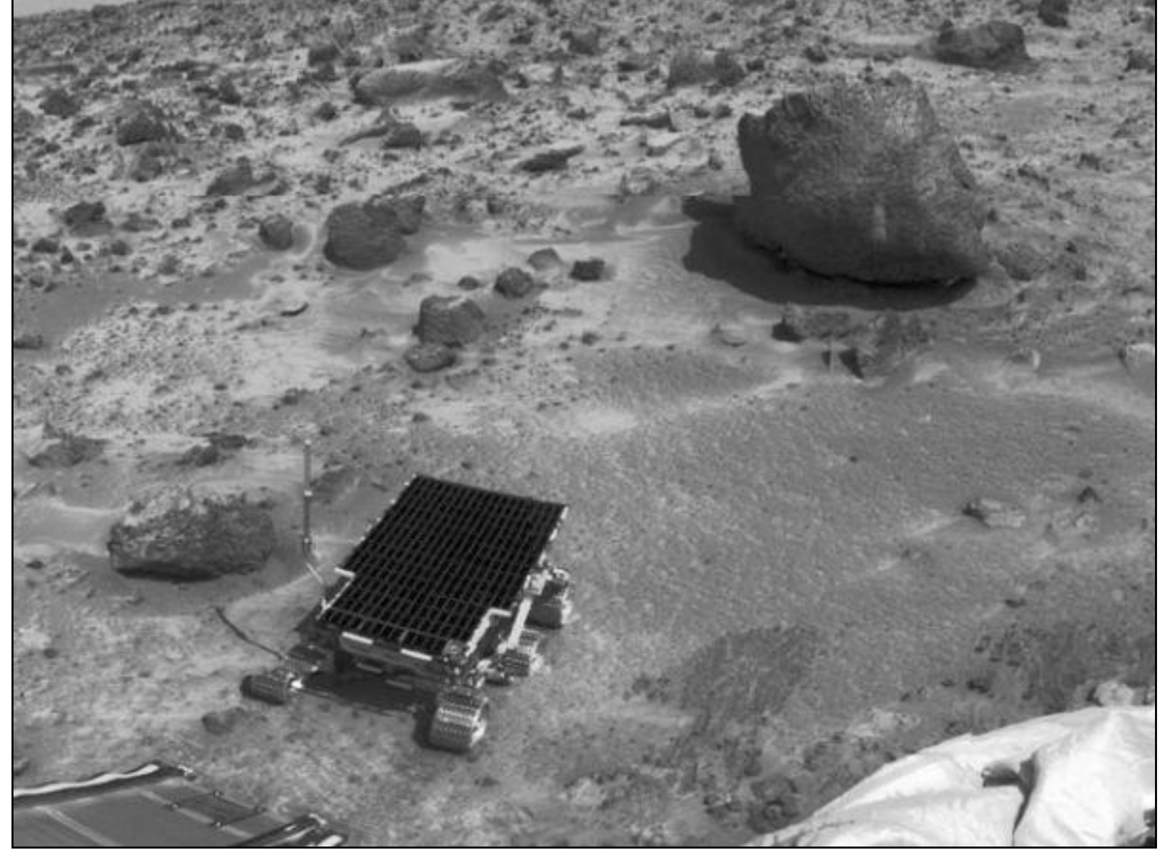
Operaciones en la superficie

La salida del rover Sojourner desde el módulo de aterrizaje se produjo en el Sol 2, a medida que avanzaba, se acercó a algunas rocas, que los científicos llamaron con el nombre de famosos personajes de dibujos animados "Barnacle Bill", "Yogi" y "Scooby-Doo", luego hizo mediciones de los elementos encontrados en esas rocas y en el suelo marciano, al mismo tiempo la CSMS tomaba fotos del rover y el terreno circundante.

El primer análisis sobre una roca comenzó en Sol 3 con Barnacle Bill, el espectrómetro de rayos X de partículas APXS se usó para determinar su composición, tardó 10 hrs en hacer una exploración completa de la muestra y encontró todos los elementos excepto el Hidrógeno, que constituye solo el 0.1 % de la masa de la roca o del suelo, los resultados indicaron que esta roca era muy similar a las andesitas de la Tierra, lo que confirmó la actividad volcánica pasada, el descubrimiento de andesitas muestra que algunas rocas marcianas han sido fundidas y reprocesadas (en la Tierra, la andesita se forma cuando el magma se asienta en bolsas de roca mientras se asienta algo de Hierro y Magnesio, en consecuencia, la roca final contiene menos Hierro y Magnesio y más sílice) las rocas volcánicas generalmente se clasifican comparando la cantidad relativa de álcalis (Na_2O y K_2O) con la cantidad de sílice (SiO_2) la andesita es diferente de las rocas que se encuentran en los meteoritos que provienen de Marte.



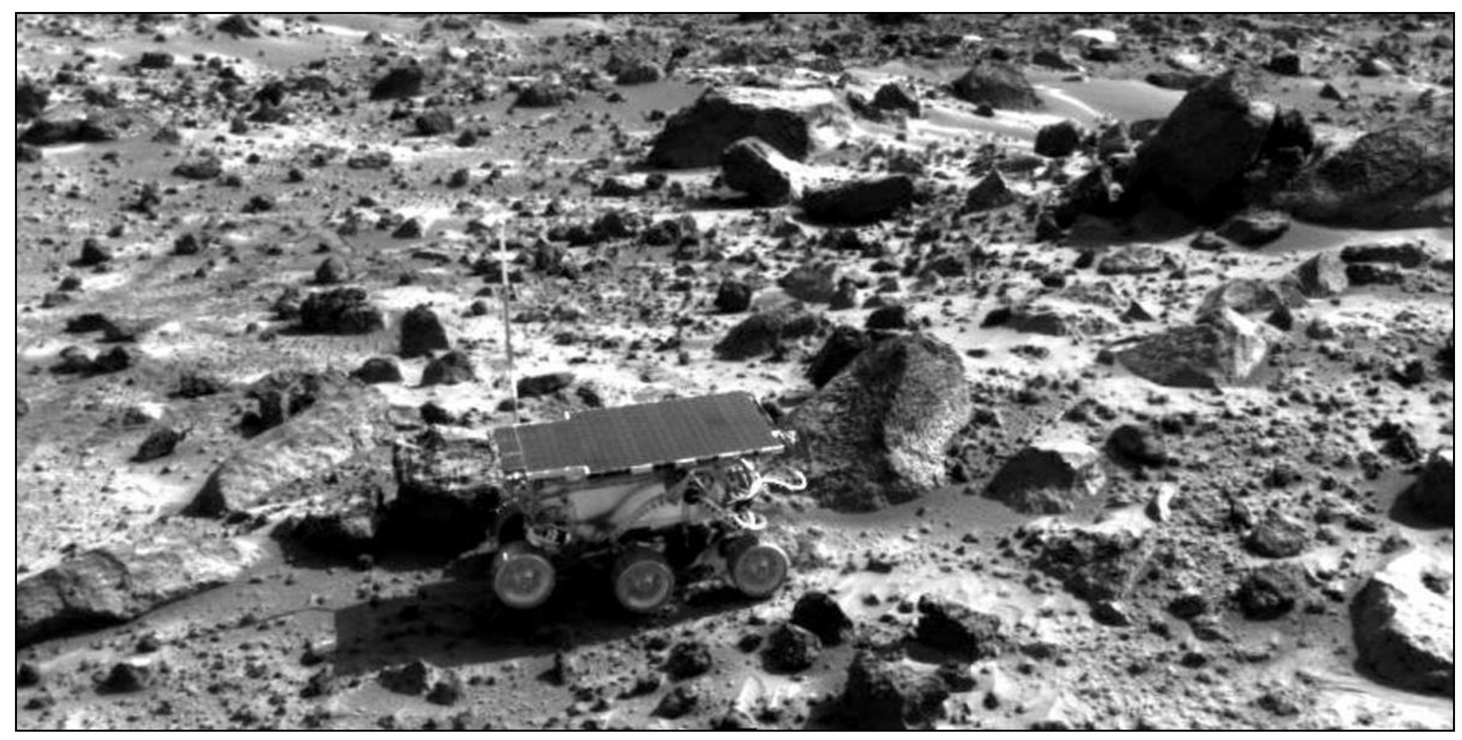




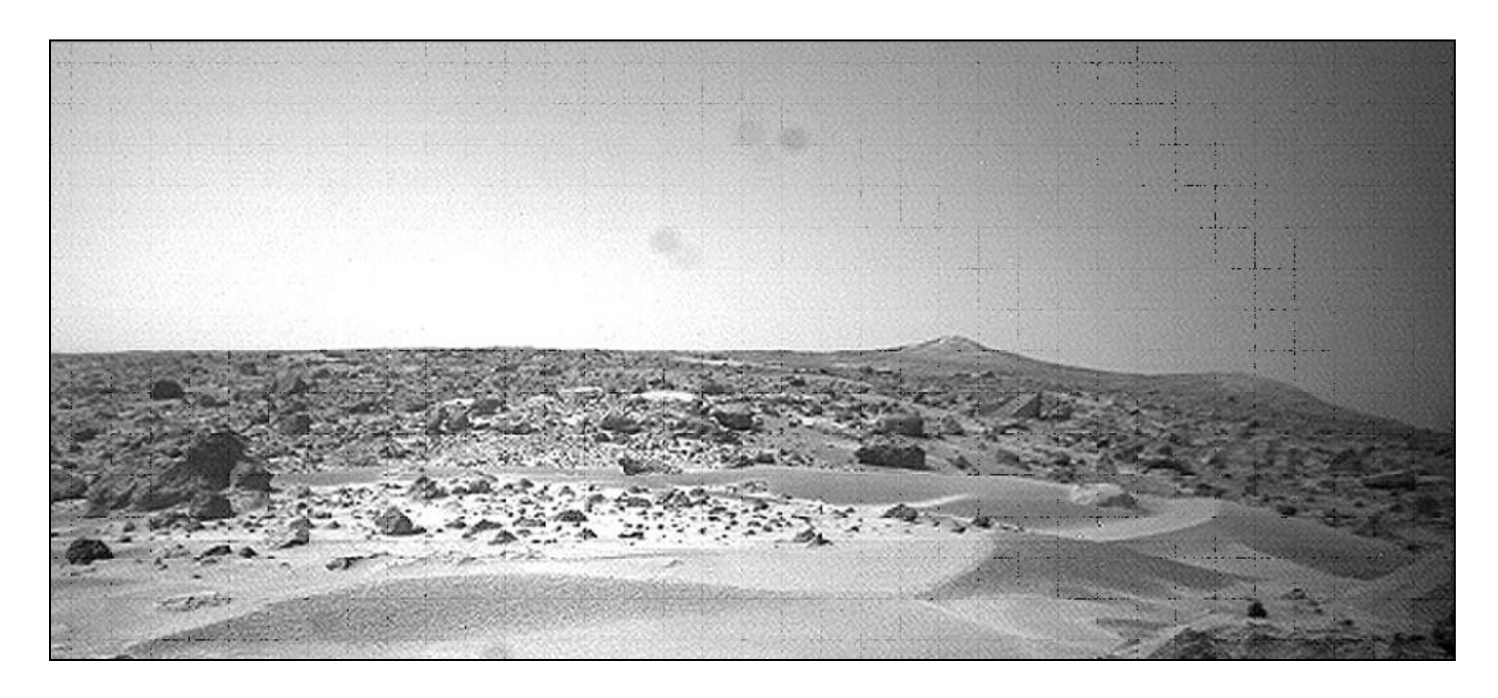
El análisis de la roca Yogi nuevamente usando el APXS mostró que era una roca basáltica (más primitiva que Barnacle Bill) su forma y textura demostraron que probablemente fue depositada allí por una inundación.

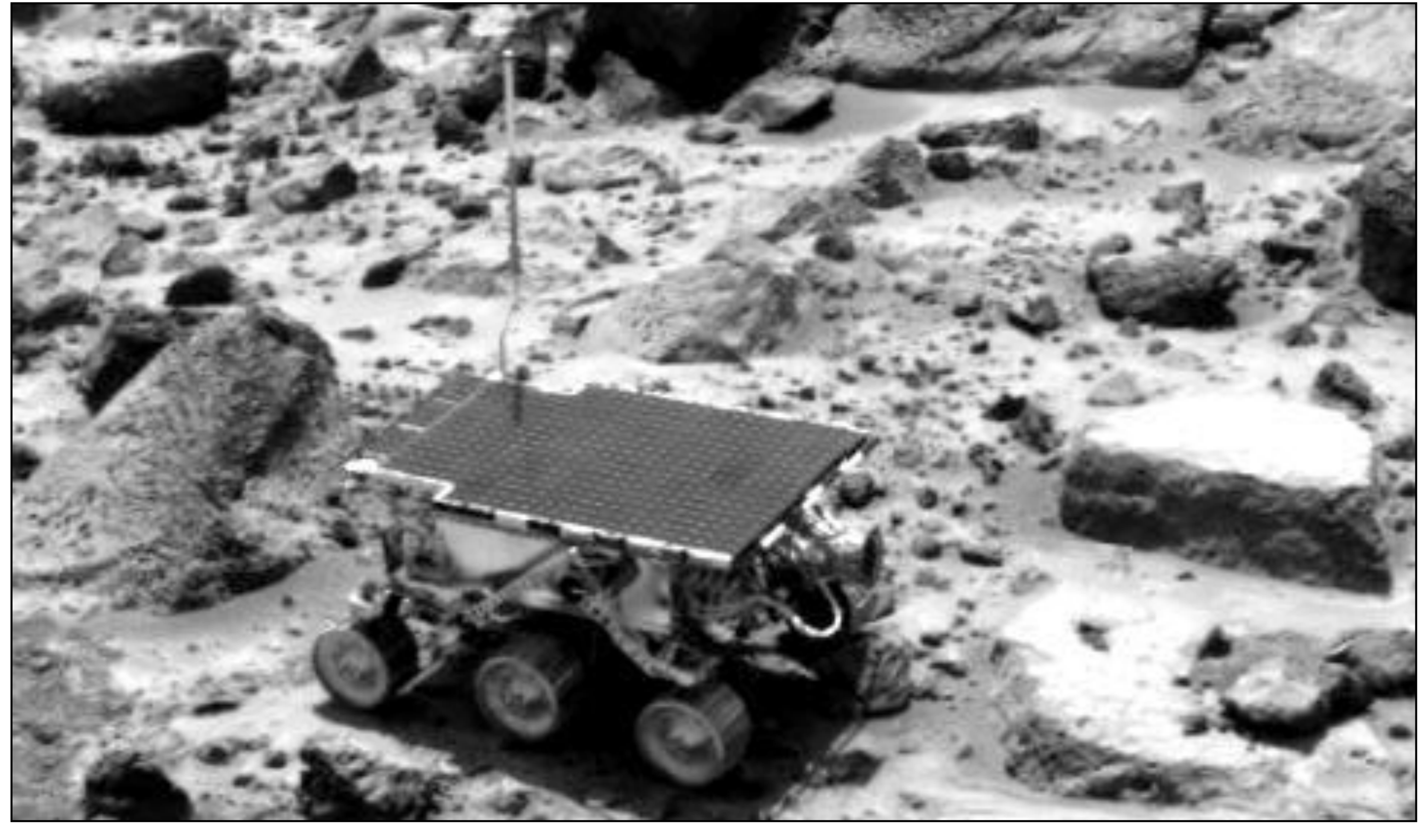


Se encontró que otra roca (denominada Moe) tenía ciertas marcas en su superficie, lo que demuestra la erosión causada por el viento, la mayoría de las rocas analizadas mostraron un alto contenido de Silicio, los cálculos sugieren que las dos rocas contienen principalmente minerales ortopiroxeno (silicato de Magnesio y Hierro) feldespatos (silicatos de Aluminio, Potasio, Sodio y Calcio) y cuarzo (dióxido de Silicio) con cantidades más pequeñas de magnetita, ilmenita, sulfuro de Hierro y fosfato de Calcio, en otra región conocida como Rock Garden el rover encontró dunas en forma de luna creciente, similares a las creadas en la Tierra por el viento.





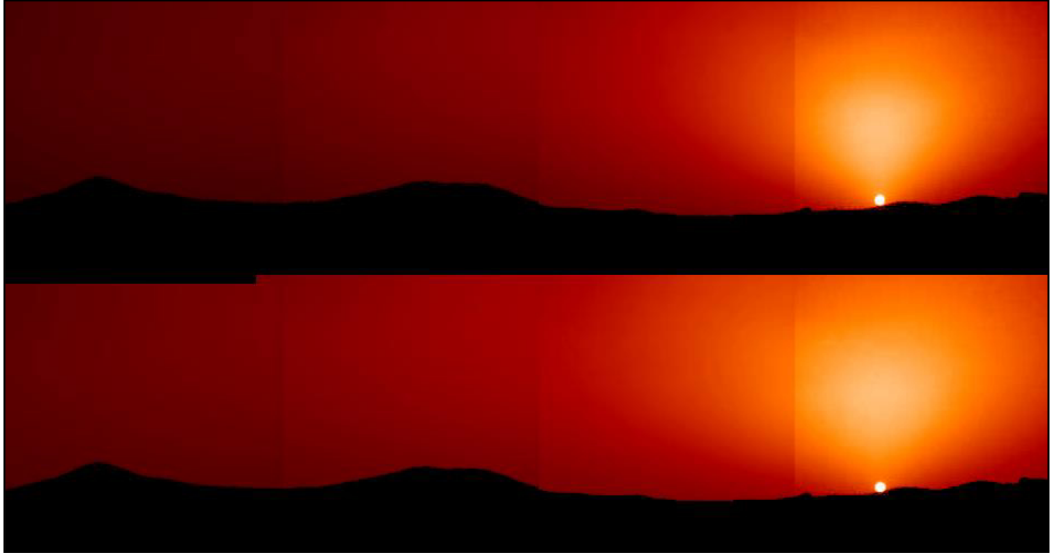






Al tomar múltiples imágenes del cielo a diferentes distancias del Sol, los científicos pudieron determinar que el tamaño de las partículas en la bruma rosada era de aproximadamente un micrómetro de radio, el color de algunos suelos era similar al de una fase de oxihidróxido de Hierro que respaldaría la teoría de un clima más cálido y húmedo en el pasado, la nave llevó a bordo una serie de imanes para examinar el componente magnético del polvo, finalmente, todos menos uno de los imanes desarrollaron una capa de polvo, como el imán más débil no atraía ninguna partícula, se concluyó que el polvo en el aire no contenía magnetita pura o solo un tipo de óxido férrico de maghemita (el polvo probablemente era un agregado posiblemente cementado con (Fe_2O_3).

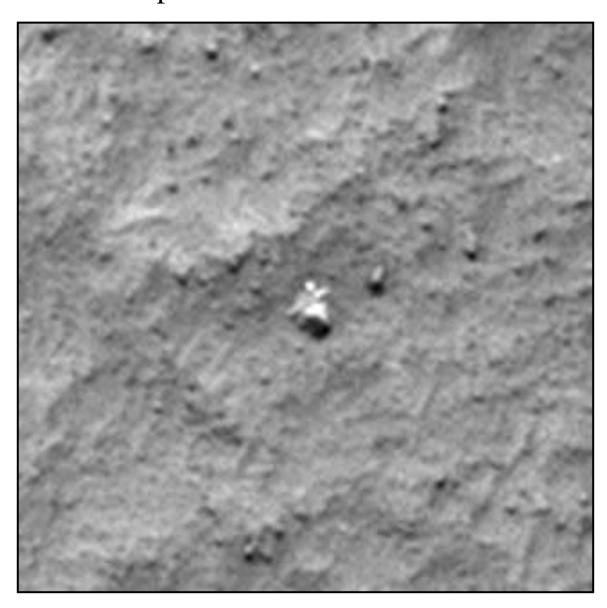




Aunque se planeó que la misión durara de una semana a un mes, el rover funcionó con éxito durante casi tres meses, con una transmisión de datos final recibida el 27-09-1997, se trató de restablecer la comunicación durante los siguientes cinco meses, pero la misión terminó el 10-03-1998, la batería de a bordo, diseñada para funcionar durante un mes se usaba para calentar los componentes electrónicos de la nave ligeramente por encima de las temperaturas nocturnas esperadas en Marte, con la falla de la batería, las temperaturas más frías de lo normal pudieron haber causado la ruptura de partes vitales provocando la pérdida de comunicaciones.

Durante sus 83 Soles de operación, el rover envió 550 fotografías y analizó las propiedades químicas de 16 ubicaciones, la CSMS envió más de 287.5 Mb de información, incluidas 16500 imágenes, e hizo 8,5 millones de mediciones de la presión atmosférica, la temperatura y la velocidad del viento.

En 2007 la sonda fotográfica Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) en órbita alrededor de Marte pudo fotografiar a Mars Pathfinder y el rover Sojourner en la superficie de Ares Vallis.





Charlas educativas en la plataformaYoutube

La Sociedad Lunar Argentina (SLA) junto con la Liga Iberoamericana de Astronomía (LIADA) la Sociedad Lunar Paranaense (SLP) Centro de Observadores del Espacio (CODE) Observatorio Nova Persei II, Grupo de Observadores Astronómicos Corrientes (GOAC) y la Sociedad Astronómica Octante de la R. O. del Uruguay los invitan a pasar por la galería de videos denominada “Astronomía en Cuarentena” en su canal de la plataforma de videos Youtube, donde se podrá disfrutar de distintos videos educativos relacionados a la carrera espacial, equipos astronómicos, observaciones lunares, espacio profundo, cometas, entre otros; los videos pueden verse en el siguiente enlace**:**

https://www.youtube.com/channel/UCFGepCtgauxn-hxrRKeQ1qw

Compartiendo la pasión por la astronáutica, el espacio y la aviación estamos en



Biblioteca Instituto Nacional de Derecho Aeronáutico y Espacial, FAA



Blog Argentina en el espacio http://argentinaenelespacio.blogspot.com/

Blog Libros, Revistas, Intereses http://thedoctorwho1967.blogspot.com/



Blog SLP https://sociedadlunarparanaensesla.blogspot.com/

Blog Cometaria https://cometasentrerios.blogspot.com

Fuentes de información y fotos vertidas en el contenido de esta publicación

Mars Pathfinder, Wikipedia.com

Cook Richard, The Martian Chronicle, Mars Pathfinder Status, 1997

National Aero Space Museum (NASM)

National Aeronautics and Space Administration (NASA)

Jet Propulsion Laboratory-Caltech


CAPSULA ESPACIAL REVISTA DIGITAL
Capsula Espacial
capsula-espacial.blogspot.com